

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**CARTOGRAFIA E GEOPROCESSAMENTO APLICADOS AO
PLANEJAMENTO URBANO:
DIAGNÓSTICO DO TRANSPORTE PÚBLICO DO SETOR
NOROESTE**

DANIELLA TIEMI SASAKI OKIDA
TERESA QUEIROZ DOS SANTOS

ORIENTADOR:
PROF. MSc. ELEUDO ESTEVES DE A. SILVA JÚNIOR

CO-ORIENTADOR:
PROF. Dr. PASTOR WILLY GONZALES TACO

EXAMINADOR INTERNO:
PROF. DSc. EVANGELOS CHRISTAKOU

EXAMINADOR EXTERNO:
Engº. DSc. GEORGE FERNANDES AZEVEDO

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM:
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA / ENGENHARIA CIVIL

BRASÍLIA / DF: 07 / 2016

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**CARTOGRAFIA E GEOPROCESSAMENTO APLICADOS AO
PLANEJAMENTO URBANO:
DIAGNÓSTICO DO TRANSPORTE PÚBLICO DO SETOR
NOROESTE**

**DANIELLA TIEMI SASAKI OKIDA
TERESA QUEIROZ DOS SANTOS**

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

APROVADA POR:

**ELEUDO ESTEVES DE A. SILVA JUNIOR, MSc. (UnB)
(ORIENTADOR)**

**PASTOR WILLY GONZALES TACO, Dr. (UnB)
(CO-ORIENTADOR)**

**EVANGELOS CHRISTAKOU, DSc. (UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**GEORGE FERNANDES AZEVEDO, DSc. (UnB)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

DATA: BRASÍLIA/DF, 04 DE JULHO DE 2016.

FICHA CATALOGRÁFICA

OKIDA, DANIELLA TIEMI SASAKI; SANTOS, TERESA QUEIROZ DOS

Cartografia e Geoprocessamento Aplicados ao Planejamento Urbano: Diagnóstico do Transporte Público do Setor Noroeste, 2016.

ix, 104p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2016)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Cartografia

2. Geoprocessamento

3. Planejamento Urbano

4. Transporte Público

5. Setor Noroeste

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

OKIDA, D.T.S; SANTOS, T.Q (2016). Cartografia e Geoprocessamento Aplicados ao Planejamento Urbano: Diagnóstico do Transporte Público do Setor Noroeste.

Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 104p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: Daniella Tiemi Sasaki Okida e Teresa Queiroz dos Santos

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Cartografia e Geoprocessamento Aplicados ao Planejamento Urbano: Diagnóstico do Transporte Público do Setor Noroeste.

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2016

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito das autoras.

Daniella Tiemi Sasaki Okida

SQN 208 Bloco F Apartamento 304, Asa Norte

70853-060 – Brasília/DF – Brasil

Teresa Queiroz dos Santos

SQN 108 Bloco J Apartamento 108, Asa Norte

70744-100 – Brasília/DF – Brasil

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a todos os professores que nos auxiliaram durante o decorrer do curso e contribuíram para nossa formação.

Em especial, agradecemos aos nossos professores, orientador Eleudo Esteves e o co-orientador Pastor Willy, que nos auxiliaram na elaboração deste trabalho, demonstrando paciência e compreensão, sendo assim de suma importância.

Agradecemos também aos professores que compuseram a banca examinadora, especialmente aos professores George Fernandes e Evangelos Christakou.

Enfatizamos também um agradecimento aos nossos colegas de curso, que nos apoiaram e fizeram parte dessa nossa trajetória, dividindo momentos de estudos, discussões, experiências e conquistas.

E finalmente, agradecemos a nossos familiares pelo suporte e incentivo.

RESUMO

O presente trabalho consiste no levantamento teórico dos temas centrais da pesquisa: cartografia, geoprocessamento e planejamento urbano aplicados ao caso do transporte público no Setor Noroeste, Brasília/DF, no diagnóstico da situação atual do sistema de transporte público, e posterior comparação com as premissas estabelecidas pela Terracap.

Para a pesquisa bibliográfica utilizou-se como fonte de informações artigos, relatórios e livros. Utilizou-se o *software* SPRING desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, bem como o AutoCAD (Autodesk) para fazer os levantamentos de dados e avaliação dos mapas gerados com base em imagens da série Landsat (Land Remote Sensing Satellite) e também obtidas pelo *software* Google Earth Pro.

A partir dos resultados do estudo, verificou-se que o abastecimento do transporte público do Setor Noroeste está aquém do planejado no projeto urbanístico e previsto pela Terracap. Além disso, demonstrou-se a eficiência do *software* SPRING como uma ferramenta SIG de grande utilidade para analisar elementos capazes de fornecer dados e informações necessários para a execução de diagnósticos que podem fundamentar ações de planejamento urbano.

Desse modo, neste estudo, a engenharia foi utilizada para avaliação e criação de mapas do transporte público obtidos através da ferramenta SPRING de geoprocessamento na região do setor Noroeste – Brasília/DF. Com isso, observou-se a situação não satisfatória do número de paradas de ônibus na região e a necessidade da adequação da situação atual ao que dispõe o Plano de Gestão Ambiental de Implantação para a região, apresentado pela Terracap.

PALAVRAS-CHAVE: Cartografia, geoprocessamento, planejamento urbano, Setor Noroeste.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. JUSTIFICATIVA	13
3. OBJETIVOS	14
3.1. OBJETIVO GERAL.....	14
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4. REVISÃO TEÓRICA	15
4.1. CARTOGRAFIA.....	15
4.2. GEOPROCESSAMENTO.....	17
4.3. PLANEJAMENTO URBANO.....	18
4.4. HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO URBANA DO DISTRITO FEDERAL	20
4.5. O TRANSPORTE PÚBLICO NO SETOR NOROESTE	29
4.6. O <i>SOFTWARE</i> SPRING E A SÉRIE LANDSAT	37
5. METODOLOGIA	40
5.1. METODOLOGIA DO USO DO SPRING.....	42
5.1.1. MONTAGEM DA BASE DE DADOS	42
5.1.2. PROCESSAMENTO DE MODELOS NUMÉRICOS DO TERRENO.....	45
5.1.3. PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGEM	49
5.1.4. GERAÇÃO DE CARTAS	56
6. RESULTADOS E ANÁLISES	58
6.1. LEVANTAMENTO <i>IN LOCO</i>	58
6.2. ENTREVISTA COM FUNCIONÁRIA QUE TRABALHA NO SETOR NOROESTE	64
6.3. EVOLUÇÃO TEMPORAL DO BAIRRO NOROESTE UTILIZANDO IMAGENS OBTIDAS PELO <i>SOFTWARE</i> GOOGLE EARTH PRO	68
6.4. RESULTADOS DO SPRING NA REGIÃO DO SETOR NOROESTE E GERAÇÃO DE MAPAS.....	74
6.4.1. MODELOS NUMÉRICOS DO TERRENO	74
6.4.2. MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO E MAPA DE DISTÂNCIAS – BUFFER	77
6.4.3. OPERAÇÕES CARTOGRÁFICAS	81
6.5. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO E COMPARAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL COM O PROPOSTO PELA TERRACAP E PELO PROJETO URBANÍSTICO.	84
7. CONCLUSÕES	88

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
APÊNDICE A	93
APÊNDICE B	95
APÊNDICE C	96
APÊNDICE D	97
APÊNDICE E.....	98
APÊNDICE F.....	99
APÊNDICE G	100
APÊNDICE H	101
ANEXO A.....	102
ANEXO B	103

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bairro Noroeste (AMONOR-Associação dos Moradores do Setor Noroeste, 2015).	11
Figura 2 - Locação do Noroeste em Brasília (Modificado do Caderno Técnico Due Capri, 2011).	12
Figura 3 - Ocupação Urbana em 1958 (Modificado de PDOT, 2009).	22
Figura 4 - Ocupação Urbana em 1964 (Modificado de PDOT, 2009).	23
Figura 5 - Ocupação Urbana em 1991 (Modificado de PDOT, 2009).	24
Figura 6 - Ocupação Urbana em 2004 (PDOT, 2009).	25
Figura 7 - Evolução Urbana do DF e Entorno (PDOT, 2009).	26
Figura 8 - Delimitação do Setor Noroeste (Terracap, 2009).	27
Figura 9 - Ocupação Urbana Proposta (Terracap, 2005).	28
Figura 10 - Regiões propostas no documento "Brasília Revisitada" (Terracap, 2005).	29
Figura 11 - Linha 116.2 que atende o Setor Noroeste (DFTrans, 2016).	30
Figura 12 - Setor Noroeste (ZIMBRES ARQUITETOS ASSOCIADOS, 2007).	32
Figura 13 - Endereçamento no Setor Noroeste (Memorial Descritivo MDE-040/07. Zimbres Arquitetos Associados, 2007).	33
Figura 14 - Brasília Integrada (TENÓRIO e GERMANO DOS SANTOS JUNIOR, 2009)...	34
Figura 15 - Fluxograma de Trabalho do Projeto Final 2	41
Figura 16 - Criação do Projeto no SPRING 5.3.	43
Figura 17 - Dados Vetoriais Importados no SPRING 5.3.	44
Figura 18 - Planos de Informação no SPRING 5.3.	45
Figura 19 - Curvas de nível no PI CN_TODAS	46
Figura 20 - Grade Retangular.	47
Figura 21 – Isolinhas.	47
Figura 22 – Hipsometria.	48
Figura 23 - Escala de cores Hipsométrica e Batimétrica (CIM) (IBGE, 1998).	48
Figura 24 - Manipulação de contraste por uma transformação linear.	49
Figura 25 - Composição RGB com o Bairro Noroeste.	50
Figura 26 - Plano de informação seg_B4a7e11rlc_PC1a3_vw_10x20 contendo a segmentação realizada pelo SPRING por cima da composição RGB das bandas 6, 5 e 4 realçadas.	51
Figura 27 - Treinamento 04	52
Figura 28 - Treinamento 18	52
Figura 29 - Segmentação do projeto no Google Earth Pro	53
Figura 30 - Classificação com o classificador Bhattacharya 99,9%	54
Figura 31 - Classes da cobertura e do uso da terra (Modificado de IBGE, 2006).	55
Figura 32 - Mapa de Uso e Cobertura do Solo.	55
Figura 33 - Carta Base	56
Figura 34 - Ponto de ônibus - SQNW 102 - Ao lado do parque	58
Figura 35 - Placa de identificação de ponto de ônibus	59
Figura 36 - Ponto de ônibus - SQNW 104 - Ao lado do parque	59
Figura 37 - Ponto de ônibus - SQNW 106 - Ao lado do parque	60
Figura 38 - Ponto de ônibus - SQNW 108 - Ao lado do parque	60
Figura 39 - Ponto de ônibus - SQNW 108 - Ao lado das edificações.	61

Figura 40 - Ponto de ônibus - SQNW 110 - Ao lado do parque	61
Figura 41 - Ponto de ônibus - SQNW 110 - Ao lado das edificações.....	62
Figura 42 - Marcação das paradas de ônibus nas quadras do Setor Noroeste (Modificado de Caderno Técnico Due Capri, 2011).....	63
Figura 43 - Linha de ônibus 116.2 na Via W7- Rodoviária do Plano Piloto - W3-L2 Norte ..	64
Figura 44 - Distância percorrida da parada de ônibus na W3 Norte à SQNW 309	65
Figura 45 - Distância entre a parada de ônibus na SQNW 110 e a SQNW 309	65
Figura 46 - Linha 0.197 entre São Sebastião Centro e W3 Norte (DFTrans).	66
Figura 47 - Linha 147.5 entre São Sebastião Centro e W3 Norte (DFTrans).	67
Figura 48 - Linha 196.1 entre São Sebastião Centro e W3 Norte (DFTrans).	67
Figura 49 - Imagem do dia 06/10/2008 obtida no <i>software</i> Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.....	69
Figura 50 - Imagem do dia 05/08/2009 obtida no <i>software</i> Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.....	70
Figura 51 - Imagem do dia 23/04/2010 obtida no <i>software</i> Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.....	70
Figura 52 - Imagem do dia 30/08/2011 obtida no <i>software</i> Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.....	71
Figura 53 - Imagem do dia 28/12/2012 obtida no <i>software</i> Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.....	71
Figura 54 - Imagem do dia 20/09/2013 obtida no <i>software</i> Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.....	72
Figura 55 - Imagem do dia 28/11/2014 obtida no <i>software</i> Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.....	72
Figura 56 - Imagem do dia 13/08/2015 obtida no <i>software</i> Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.....	73
Figura 57 - Imagem do dia 15/04/2016 obtida no <i>software</i> Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.....	73
Figura 58 - Carta de Hipsometria.....	74
Figura 59 - Perfil da Via W7.....	75
Figura 60 - Perfil Transversal ao Setor Noroeste.....	76
Figura 61 - Mapa de Declividades.	77
Figura 62 - Carta de Uso e Cobertura do Solo	78
Figura 63 - Classes da categoria Dist_Paradas.....	79
Figura 64 - Mapa de Distâncias/Buffer das Paradas Existentes.....	79
Figura 65 - Mapa de Distâncias/Buffer das Paradas Planejadas.	80
Figura 66 - Mapa de Distâncias/Buffer da Via W7.....	80
Figura 67 - Gráfico do Uso Cobertura x Declividade.	83
Figura 68 - Programa Circula Brasília (Agência Brasília, 2016).	85
Figura 69 - Vias Principais do Noroeste (Modificado de AMONOR, 2015).	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limites do Retângulo Envolvente.....	42
Tabela 2 - Medidas de Classes das Paradas Existentes.....	81
Tabela 3 - Medidas de Classes das Paradas Planejadas.	81
Tabela 4 - Tabulação Cruzada da Distância das Paradas Existentes com o Uso e Cobertura .	82
Tabela 5 - Tabulação Cruzada do Uso e Cobertura do Solo com as Declividades.	82
Tabela 6 - Tabulação Cruzada da Distância das Paradas Existentes com a Declividade.....	83

1. INTRODUÇÃO

O Setor de Habitações Coletivas Noroeste – SHCNW (Figuras 1 e 2) está localizado na região noroeste do Plano Piloto de Brasília, Região Administrativa I do Distrito Federal. O projeto surgiu atendendo aos elementos norteadores contidos no “Documento Brasília Revisitada de 1987”, de autoria do urbanista Lúcio Costa. A região integra a área inscrita como Patrimônio Cultural da Humanidade pelo Decreto nº 10.829, de 14 de outubro de 1987 (TERRACAP, 2012).

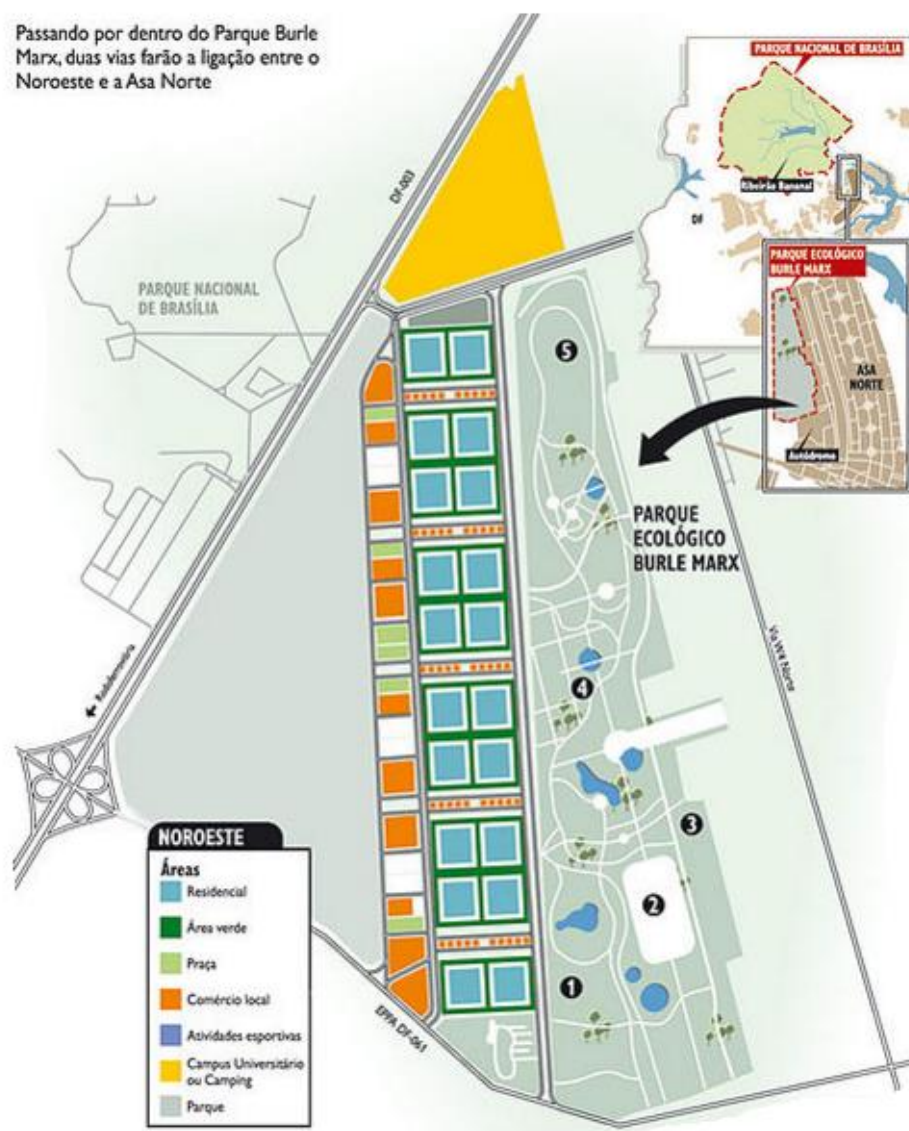


Figura 1 - Bairro Noroeste (AMONOR-Associação dos Moradores do Setor Noroeste¹, 2015).

¹ Disponível em: <http://www.amonor.com.br/#!sobreobairro/cas8>



Figura 2 - Localização do Noroeste em Brasília (Modificado do Caderno Técnico Due Capri, 2011).

O Noroeste começou a ser construído em 2009 em uma área de 830.000 m² e é cercado de grandes áreas verdes, incluindo o Parque Burle Marx e o Parque Nacional de Brasília. Com relação ao transporte público, o Setor apresenta muitas deficiências de abastecimento que ainda não foram solucionadas. Existe apenas uma linha do DFTrans que atende ao bairro, ao contrário do que dispõe o Plano de Gestão Ambiental de Implantação (Terracap, 2009).

O geógrafo André Gustavo M. de F. Dantas, em seu artigo “O sistema viário de Brasília e os problemas da integração de um novo bairro” argumenta que:

“Percebe-se claramente uma falta de descompasso entre os órgãos do Distrito Federal no planejamento do Setor Noroeste. Também se mostra outro fator, a questão da falta de informações tanto sobre o setor quanto do projeto viário local. Mesmo assim, apesar da falta de sintonia, o Noroeste mesmo não “cabendo” no Distrito, tudo já parece bastante definido e consumado.” (DANTAS, 2011).

O presente trabalho consiste na utilização da ferramenta de geoprocessamento SPRING (CÂMARA *et al.*, 1996) desenvolvida pelo INPE sobre imagens aéreas obtidas pelo *Software* Google Earth Pro e pela série Landsat (antena do INPE em Cuiabá recebe de forma contínua imagens de todo o território nacional, desde os anos setenta), numa sequência temporal para identificar a implantação do sistema viário público atual e fazer um diagnóstico da situação, comparando com o previsto nos planos urbanísticos fornecidos pela Terracap.

2. JUSTIFICATIVA

O Setor de Habitações Coletivas Noroeste – SHCNW tem a sua área prevista para construção desde 1987. Esta área foi proposta no documento “Brasília Revisitada”, mas sem o planejamento do transporte público. No período de implantação do Setor Noroeste ainda não havia planejamento e nem previsão para demanda do transporte público na região. Após o funcionamento, a ocupação do bairro e reivindicações de moradores e trabalhadores é que houve a preocupação com o transporte público pelo governo do Distrito Federal.

Disponibilizar transporte público diário na região é pré-requisito de sustentabilidade do Plano de Gestão Ambiental de Implantação (PGAI) (Terracap, 2009) no Setor Noroeste. A oferta de transporte público é importante para a mobilidade da população moradora e trabalhadora para garantir os serviços e acesso ao setor. E também tem o objetivo de diminuir a dependência e o número de veículos particulares que aumentam a poluição e o impacto no trânsito local.

Como o Setor Noroeste é cercado pela cidade “pronta”, esta região é circundada por uma malha de transporte público consolidada. Apesar disso, o novo bairro é atendido, no momento, por apenas uma linha de ônibus conforme o DFTrans. Para os gestores públicos é essencial planejar a ligação da região às demais cidades, estudando todas as mudanças, alternativas e impactos do novo bairro. Uma das ferramentas que pode auxiliar é o uso do geoprocessamento, fundamentado na cartografia, para ter um completo entendimento da área estudada.

O Setor Noroeste é um bairro novo e ainda pouco explorado como objeto de estudo. Com diversas opções disponíveis na área de engenharia civil, a área de representação gráfica aplicada ao transporte despertou o interesse para aprofundar o conhecimento nesta ciência e utilizar esse tema no presente Projeto Final em Engenharia Civil.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho objetiva fazer o diagnóstico do sistema de transporte público do Setor Noroeste, utilizando como ferramenta de geoprocessamento o *software* SPRING, que é uma ferramenta SIG (Sistema de Informação Geográfica) sobre imagens obtidas pelo Google Earth Pro e série Landsat a fim de comparar o sistema de transporte público atual com o previsto pela Terracap em seu Plano de Gestão Ambiental de Implantação (2009).

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

São objetivos específicos deste trabalho:

1. Levantar a situação atual do sistema de transporte público e comparar com o projeto urbanístico aprovado para o Setor Noroeste.
2. Identificar a evolução do sistema de transporte público ao longo da construção do setor Noroeste.
3. Aprender a utilizar o *Software* SPRING para gerar mapas e planilhas.

4. REVISÃO TEÓRICA

4.1. CARTOGRAFIA

A origem da cartografia ocorreu na antiguidade e acompanha a civilização desde o momento, no qual os povos nômades fizeram mapas itinerários até a atualidade. Há cerca de 4000 anos, o comércio entre os países contribuiu para o desenvolvimento amplo da cartografia. Durante as viagens, os exploradores e navegadores descobriram novas terras e horizontes, o que despertou o interesse em se localizar na terra e em registrar o espaço geograficamente. A partir desse momento, a cartografia passou a ser estudada como ciência.

A cartografia se desenvolveu aliada às guerras, às descobertas científicas, ao desenvolvimento das artes e ciências e às movimentações históricas que ocasionaram em avanços da representação gráfica da superfície da Terra. A Grécia foi a região onde o desenvolvimento da cartografia foi notável, especialmente com Hiparco (160-120 A.C.) que lançou os primeiros fundamentos da ciência cartográfica ao utilizar métodos astronômicos para determinar posições na superfície da Terra. Deste modo, a primeira descoberta foi a projeção cônica da superfície da Terra sobre um plano. Depois os gregos foram também os responsáveis por registrar as concepções da esfericidade da Terra, dos polos, da linha do Equador e dos trópicos, as quais foram as primeiras medidas geométricas e iniciaram os conceitos de longitude e de latitude (ANDERSON *et al.*, 1982).

Esse conhecimento da ciência cartográfica acumulado na Grécia Antiga foi congelado e esquecido no período da Idade Média, causando momentos de estagnação e retrocesso.

A cartografia para os árabes teve influência dos conhecimentos matemáticos dos gregos, segundo Anderson *et al.* (1982). Ao se aprofundarem, desenvolveram o cálculo do valor de comprimento do grau, construíram esferas celestes, estudaram os sistemas de projeção e organizaram tábuas de latitudes e de longitudes. Como a região árabe não foi afetada pelos acontecimentos da Idade Média, não houve perda de conhecimentos geográficos tal como na Grécia. A troca de conhecimentos cartográficos só foi possível devido ao comércio entre povos mediterrâneos e às cruzadas dos árabes na Península Ibérica. Por causa disso, os conhecimentos foram difundidos e a cartografia progrediu, mas apenas do ponto de vista instrumental, no campo matemático teórico não reagiu da mesma forma.

Devido ao amplo desenvolvimento da navegação, a cartografia passou a ser fundamental para atender às exigências náuticas com o início do uso da agulha magnética no século XV, que

resultou na exploração dos mares, aumentou o comércio na região Leste e iniciou os descobrimentos portugueses. Assim, fez ressurgir a obra de Ptolomeu e, mais tarde, foi fundada a Escola de Sagres em Portugal, a qual aplicou os conhecimentos de Ptolomeu, ajudando a cartografia e em contrapartida, as obras dele foram corrigidas e adaptadas. Na Escola de Sagres, a navegação foi estudada pelos métodos racionais. A melhor forma que os portugueses aplicaram e desenvolveram seus conhecimentos em cartografia foi se aventurando nos mares naquele período, por isso mesmo fizeram tantas descobertas. Em suas cartografias, chamadas de cartas de marear, notava-se a influência do progresso renascentista que modificou o aspecto cartográfico e o deixou mais científico (ANDERSON *et al.*, 1982).

Após a invenção da imprensa e a fundação da escola, a gravação e a impressão facilitaram a produção e a difusão dos materiais cartográficos. Com isso, no século XVI, a produção cartográfica já era ampla e os cartógrafos em destaque eram Fernão Vaz Dourado, Toscanelli, Cantino e Pedro Nunes de Portugal, Espanha e Itália, segundo Anderson *et al.* (1982). Um dos principais exemplos é o mapa mundi de Juan de La Cosa, que incluía o novo mundo feito em 1500, com muitos detalhes, considerando que foi feito em áreas desconhecidas e por navegação rústica. Outro exemplo que descreve essa especificidade com poucos recursos foi o mapa da Isla Forte.

De acordo com Anderson *et al.* (1982), pouco tempo depois, a cartografia holandesa, representada por Mercator e Ortelius, superava a cartografia mediterrânea. Em 1569 apareceu o primeiro mapa de Mercator, no qual surgiu a representação dos meridianos e paralelos por linhas retas e paralelas que se encontravam por ângulos retos entre si. As áreas formadas pelos encontros das retas se mantêm constantes e, para isso, o espaçamento entre paralelas aumenta na medida em que se afastam do centro do mapa. No ano seguinte, Abraham Ortelius publicou o *Theatrum Orbis Terrarum*, o primeiro atlas moderno do Mundo.

Assim, Anderson *et al.* (1982) descreve que depois da Escola Holandesa, o destaque foi para a Escola Francesa, com a Casa Sanson D'Abbeville com mapas em projeção perspectiva e a obra “Le Neptune Français” de A. H. Jaillot. Nesse período, houve progressos também na cartografia de grande escala e na topografia. Após a influência, a Academia de Ciências de Paris desenvolveu as ciências Matemática, Geodésia e Astronomia e com a utilização de novos equipamentos, pode-se aperfeiçoar os elementos da superfície da Terra.

No século XIX, as potências marítimas tiveram a necessidade de navegação e fizeram uma varredura de levantamentos por todas as costas do Mundo. No Brasil, iniciou-se o

desenvolvimento de serviços geográficos no país, em decorrência da realização do levantamento hidrográfico do litoral brasileiro. No século seguinte, a inovação da cartografia foi o uso da aerofotometria e a modernização dos instrumentos, passando a ser eletrônicos para levantamentos. E na cartografia atual, as pessoas necessitam de produção em massa, com precisão máxima e em tempos cada vez menores.

O Brasil possui diversos órgãos, empresas e sociedades relacionadas às atividades cartográficas, porém poucas realizam todo processo. Por exemplo, a Comissão de Cartografia (COCAR) não produz cartas, apenas coordena toda a cartografia topográfica do país; a Diretoria do Serviço Geográfico (DSG) realiza o mapeamento do imenso território nacional; a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) produz informações estatísticas, geográficas, cartográficas, geodésicas, demográficas, socioeconômicas, de recursos naturais e condições de meio ambiente, gerando conhecimento físico, econômico e social do Brasil (ANDERSON *et al.*, 1982).

4.2. GEOPROCESSAMENTO

De acordo com Rodrigues (1993), o geoprocessamento é um conjunto de tecnologias cujas etapas de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espacialmente buscam um objetivo específico.

O geoprocessamento também pode ser definido como o ramo do processamento de dados que opera transformações nos dados contidos em uma base de dados referenciada territorialmente, usando recursos analíticos, para obtenção e apresentação das transformações desejadas (RODRIGUES, POLIVANOV, *et al.*, 2005).

A principal ferramenta do geoprocessamento é o *Geographical Information System* (GIS) ou Sistema de Informação Geográfica (SIG), em português. Esse sistema permite realizar análises complexas, já que é possível integrar dados de diversas fontes e criar bancos de dados georeferenciados (CÂMARA *et al.*, 2001). Ainda é possível automatizar a produção de mapas, o que agiliza a visualização dos resultados e permite análises mais dinâmicas. O SPRING é um exemplo de SIG.

Segundo Câmara *et al.* (2001), existem cinco tipos de dados no Geoprocessamento:

- **Dados Temáticos:** são elementos expressos de forma qualitativa. Estes dados são obtidos a partir de levantamento de campo e são inseridos no sistema por digitalização ou a partir da classificação de imagens;
- **Dados Cadastrais:** são dados em que cada um de seus elementos é um objeto geográfico que possui atributos e pode estar associado a várias representações gráficas. Os atributos estão armazenados no banco de dados;
- **Dados de Redes:** cada objeto geográfico possui uma localização geográfica exata e está sempre associado a atributos descritivos presentes no banco de dados;
- **Dados de Modelos Numéricos De Terreno (MNT):** Um MNT pode ser definido como um modelo matemático que reproduz uma superfície real a partir de algoritmos e de um conjunto de pontos em um referencial qualquer, que descreve a variação contínua da superfície;
- **Dados de Imagens:** as imagens representam formas de captura indireta de informação espacial. São armazenadas como matrizes e cada elemento de imagem (denominado "pixel") tem um valor proporcional à energia eletromagnética refletida ou emitida pela área da superfície terrestre.

4.3. PLANEJAMENTO URBANO

A expressiva e rápida urbanização pela qual passou a sociedade brasileira foi uma importante questão social experimentada no país no século XX. Em 1960, a população urbana representava 44,7% da população total e a população rural representava 55,3%. Dez anos depois, essa relação se inverteu, mantendo quase a mesma proporção: 55,9% de população urbana e 44,1% de população rural. No ano 2000, 81,2% da população brasileira já vivia em cidades (BRASIL, 2002).

No Brasil, o planejamento urbano surge nos últimos vinte e cinco anos do século XIX, devido a preocupações com a saúde e a ascensão de uma nova classe dominante que deu início a intervenções de caráter predominantemente estético e sanitarista nas cidades (XAVIER *et al.*, 2015).

Em seu capítulo do livro “O processo de urbanização no Brasil” de 1999, intitulado “Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil”, Villaça (1999) faz um relato histórico dos diferentes momentos que marcaram o urbanismo brasileiro. No artigo

“Cartografia geotécnica e planejamento urbano”, Xavier *et al.* (2015) fazem a seguinte sintetização da cronologia:

- 1875 a 1930 – planos de melhoramento e embelezamento;
- 1930 a 1965 – planos de conjunto;
- 1965 a 1971 – planos de desenvolvimento integrado;
- 1971 a 1992 – planos sem mapas.

Segundo Xavier *et al.* (2015), o início do primeiro período marca o surgimento do planejamento urbano no Brasil com a apresentação do primeiro relatório da Comissão de Melhoramentos da Cidade do Rio de Janeiro, onde os conceitos relacionados ao espaço urbano de “plano” e “conjunto” foram apresentados pela primeira vez.

Os planos de melhoramento e embelezamento, de inspiração europeia, consistiam no alargamento de vias, erradicação de ocupação de baixa renda das áreas centrais, dotação de infraestrutura, e ajardinamento de praças e parques (VILLAÇA, 1999).

Na fase dos planos de conjunto, a cidade passou a ser tratada de forma mais abrangente, já que os planos passaram a buscar a integração entre o centro e os bairros, e esses entre si. Para isso foi feito um trabalho de implantação de vias de circulação e sistemas de transporte, a fim de unir os diferentes núcleos das cidades.

Para Xavier *et al.* (2015), os planos de desenvolvimento integrado são “marcados pela extrapolação da dimensão físico-territorial da cidade, incorporando outros aspectos, tais como os econômicos e sociais”.

De acordo com Villaça (1999), a princípio, nos planos de embelezamento, a hegemonia do poder das classes dominantes permitiu que os planos fossem implementados com eficiência. A partir de então, nos planos subsequentes, observa-se um progressivo distanciamento entre os planos urbanísticos e sua verdadeira aplicabilidade, a exemplo disso, os planos sem mapas abriam mão dos extensos diagnósticos, passando da complexidade técnica e intelectual para simplicidade de planos feitos pelos próprios técnicos municipais, com poucos mapas, sem ou com reduzido diagnóstico técnico.

Em 2001 foi aprovada a lei nº 10.257, conhecida também como o Estatuto da Cidade e que regulamentou os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988 e estabeleceu diretrizes gerais da política urbana atual. O artigo 182 dispõe:

“Art. 182. A política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.” (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

A Constituição de 1988 define como obrigatórios os Planos Diretores para cidades com população acima de 20.000 habitantes. O Estatuto da Cidade reafirma essa diretriz e estabelece que o Plano Diretor é instrumento obrigatório para municípios com população acima de 20.000 habitantes, para aqueles situados em regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, em áreas de interesse turístico ou em áreas sob influência de empreendimentos de grande impacto ambiental. Municípios que não se incluem em qualquer destas categorias precisam apenas dispor de um Plano Diretor, se o poder público pretender aplicar os instrumentos previstos no capítulo de Reforma Urbana da Constituição de 1988 (BRASIL, 2002).

Nesse contexto, as informações geológica-geotécnica se apresentam como dados importantes para orientar os planos diretores quanto ao zoneamento, porque são capazes de proporcionar a compreensão sobre quais áreas livres da cidade são mais adequadas aos diferentes usos do solo, agregando um componente lógico na oferta e na procura pela terra.

Xavier *et al.* (2015), a necessidade de investimentos no desenvolvimento e o uso da cartografia geotécnica ganhou maior relevância com a entrada em vigor das leis 12.340 de 2010 e 12.608 de 2012 que instituíram a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Essa política dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC. Essa lei também determinou a criação, pelo Governo Federal, do cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos e estabeleceu a obrigação dos municípios cadastrados elaborarem o mapeamento das áreas suscetíveis à ocorrência desses processos geodinâmicos, bem como a elaboração da carta geotécnica de aptidão à urbanização.

4.4. HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO URBANA DO DISTRITO FEDERAL

Conforme o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal - PDOT 2007, antes da construção da cidade de Brasília, apenas as cidades de Planaltina (1859) e Brazlândia (1933) ocupavam o que viria a ser o território do Distrito Federal. O Governo Federal então iniciou a desapropriação de 92 fazendas que eram ocupadas na época por posseiros. Essa política de aquisição das terras pelo governo fundamentava-se na ideia de que muitos problemas relacionados ao acesso à moradia e aos processos de urbanização seriam evitados se o poder público detivesse o controle das terras.

Brasília foi visionada com um Plano Piloto, no projeto vencedor de Lúcio Costa, em 1957, dentro da tradição do “urbanismo racionalista” (SEDHAB, 2009). A proposta de Lúcio Costa levou em consideração algumas recomendações da Carta de Atenas², incluindo a separação dos usos e a estruturação do espaço urbano a partir de suas quatro funções básicas: habitar, trabalhar, recrear e circular.

O processo de desapropriação apresentou algumas dificuldades desde a implantação de Brasília, porém, as terras do DF foram consideradas públicas e seu gerenciamento coube inicialmente à NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital. No Plano Piloto, a distribuição de terras pela NOVACAP foi feita principalmente para outros organismos públicos do Governo do Distrito Federal e do Governo Federal.

A seguir, uma breve cronologia de alguns períodos que marcaram a trajetória da evolução urbana do Distrito Federal:

- **1958:** Implantação de Taguatinga, com a transferência da Vila Amauri, localizada na área que seria inundada pelo Lago Paranoá, e Sobradinho (Figura 3);

² Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Atenas%201933.pdf>

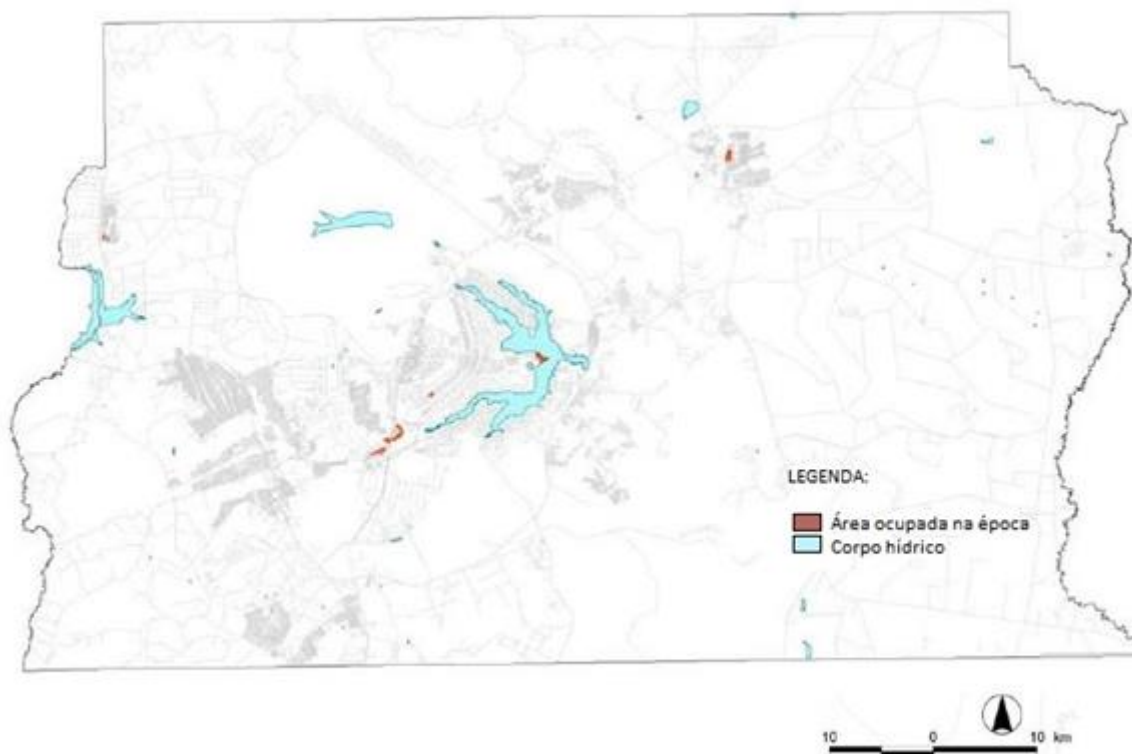


Figura 3 - Ocupação Urbana em 1958 (Modificado de PDOT, 2009).

- **1960 – 1970:** Foram organizadas as primeiras medidas de ordenamento do uso e ocupação do solo através do Decreto 163, de 26.02.1962 e do Código Sanitário do DF, Lei 5.027/66;
- **1961:** Ocupação Urbana no Plano Piloto, principalmente, na Asa Sul do Plano Piloto e em algumas poucas superquadras na Asa Norte, no entorno da Universidade de Brasília, que já funcionava;
- **1964:** O Distrito Federal se configurava como um território formado por oito núcleos urbanos: o Plano Piloto de Brasília, Gama, Taguatinga, Brazlândia, Sobradinho, Planaltina, Paranoá e Jardim, que mais tarde viria a ser substituído pelo Núcleo Bandeirante (Figura 4);

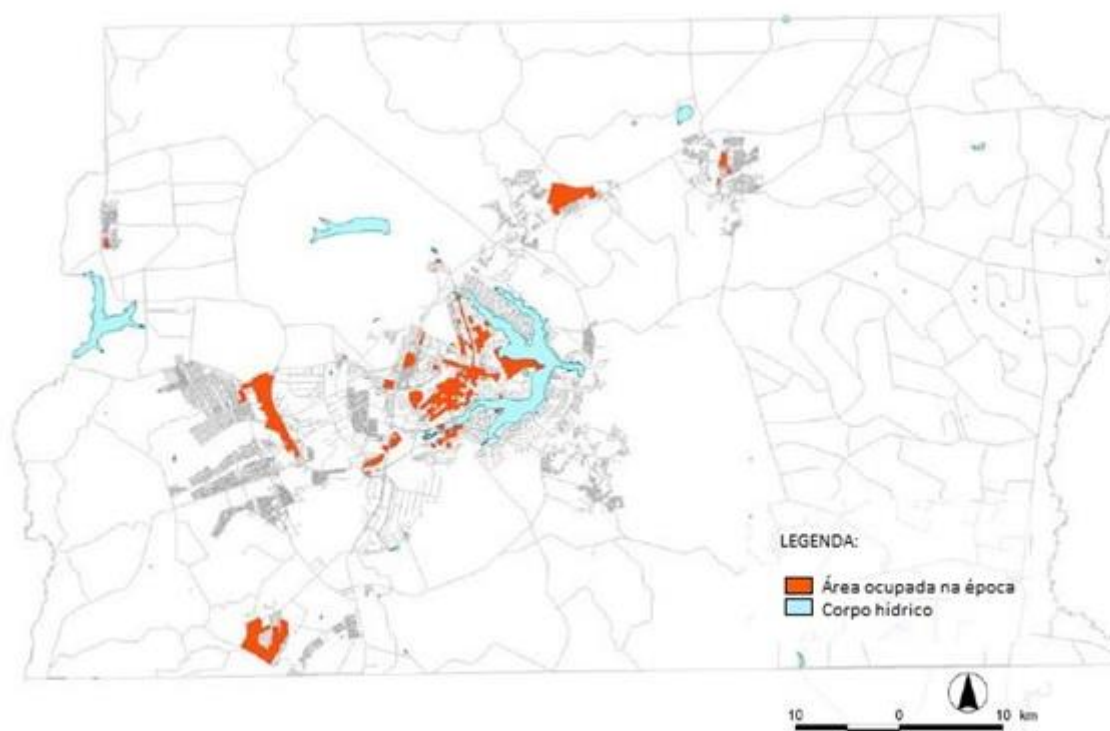


Figura 4 - Ocupação Urbana em 1964 (Modificado de PDOT, 2009).

- **1966:** Criação do Guará para absorver a população oriunda de invasões, acampamentos e servidores públicos;
- **1970:** Criação de Ceilândia com o objetivo de abrigar os moradores transferidos das Vilas Tenório, Esperança, IAPI, Morro do Querosene e outras. Nesse ano também foi elaborado o Planidro - Plano Diretor de Água, Esgoto e Controle da Poluição – que definiu o Zoneamento Sanitário para o Distrito Federal e estabeleceu o primeiro macrozoneamento para o DF;
- **1974:** Criação da Terracap, empresa pública que passa a ser responsável pela comercialização das terras do DF;
- **1977:** Foi elaborado o PEOT – Plano Estrutural de Ordenamento Territorial (Decreto 4.049/78);
- **1986:** Elaboração do POUSO (Plano de Ocupação e Uso do Solo) que ratifica o entendimento firmado pelo POT (Plano de Ordenamento Territorial), que foi aprovado pela Resolução nº 31/86 do Cauma (Conselho de Arquitetura, Urbanismo e Meio Ambiente);
- **1989 – 1994:** Foi executado um dos maiores programas de assentamento para a população de baixa renda já realizado no DF, com a oferta de aproximadamente 100

mil lotes urbanizados (Figura 5). A política habitacional enfatizou o segmento de famílias de classe baixa. Em relação à classe média, em 1992, os imóveis mantidos pelo governo federal no Plano Piloto foram vendidos aos moradores que fossem servidores públicos ou para terceiros;

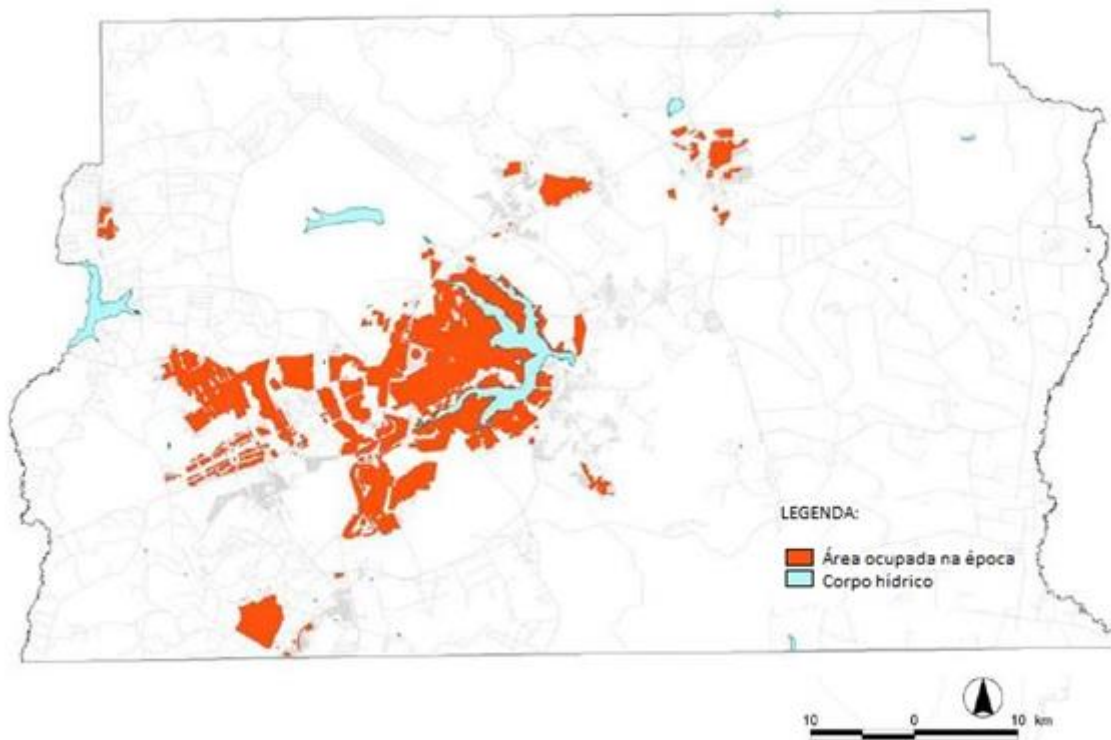


Figura 5 - Ocupação Urbana em 1991 (Modificado de PDOT, 2009).

- **1992:** Em cumprimento ao que estabelece a Constituição Federal de 1988, foi formulado o primeiro PDOT – Plano Diretor de Ordenamento Territorial. O PDOT/1992 reforça o modelo polinucleado, bem como consolida a bipolaridade entre Plano Piloto e Taguatinga como centros complementares;
- **1995:** Iniciados trabalhos relativos à revisão do PDOT/1992, culminando na edição da Lei Complementar nº 17, de 28 de janeiro de 1997. O PDOT/1997 confirma o eixo sudoeste como ocupação prioritária, reconhece o vetor nordeste/sudeste a ser monitorado e controlado na área de maior incidência de condomínios; propõe um Centro Regional; introduz a premissa de flexibilização de usos e atividades e estabelece instrumentos de política urbana como Outorga de Direito de Construir e a criação do FUNDURB – Fundo de Desenvolvimento Urbano;
- **1997 - 2004:** Observa-se o aumento da ocupação extensiva do solo urbano. Os vazios entre o Plano Piloto e Taguatinga foram ocupados quase integralmente com o modelo

de residência unifamiliar. Observa-se o crescimento populacional e urbano significativo dos municípios limítrofes do DF, que recebem um afluxo populacional emigrado em grande parte das áreas urbanas do DF. A população destes municípios trabalha e utiliza os serviços do DF. Surgiram também várias ocupações ao longo das principais rodovias do DF e seu entorno em função dos fluxos derivados dos deslocamentos casa-trabalho tanto da população residente nos municípios limítrofes quanto da população moradora dos núcleos urbanos e dos diferentes parcelamentos do território (Figura 6):

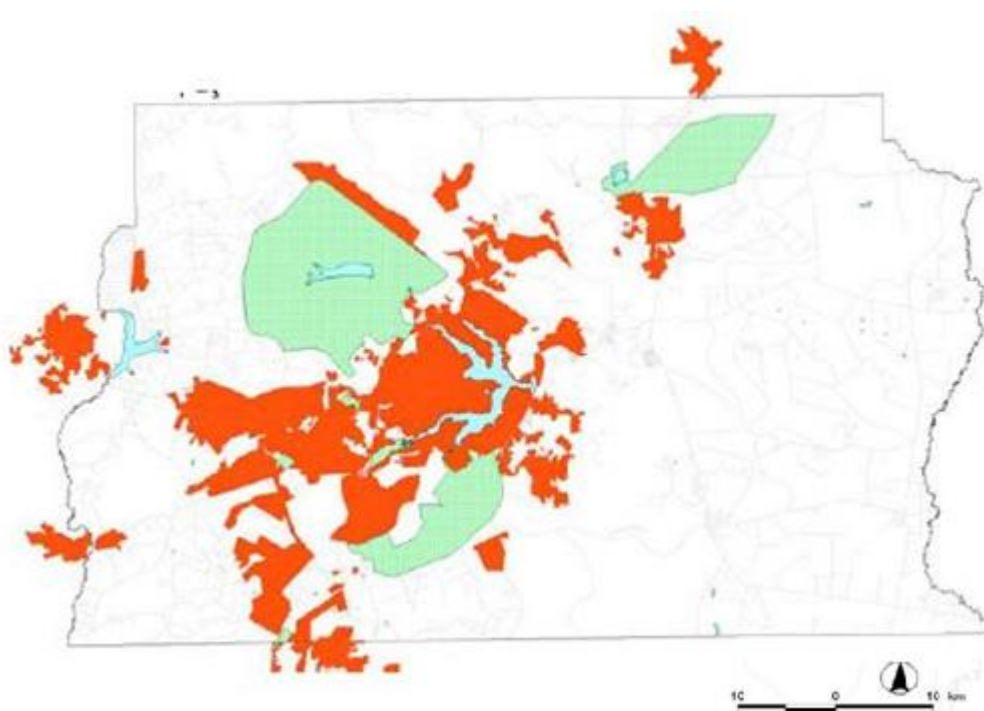


Figura 6 - Ocupação Urbana em 2004 (PDOT, 2009).

Neste contexto, que incorpora a visão das manchas urbanas do DF e seu entorno imediato, pode-se observar pela Figura 7 a concepção e o desenvolvimento da ocupação do solo do DF no processo de metropolização da capital federal.

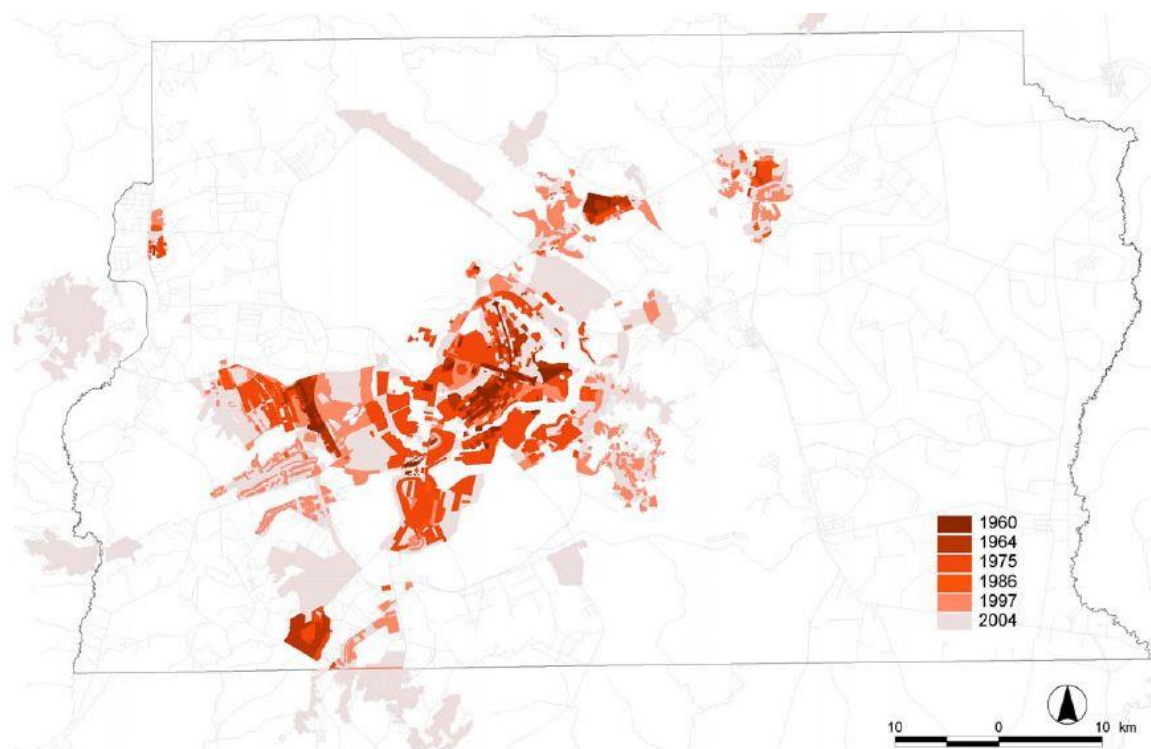


Figura 7 - Evolução Urbana do DF e Entorno (PDOT, 2009).

Observa-se pela Figura 7 que o eixo de ocupação do DF priorizou o eixo Centro-Sul, fato esse observado desde o PDOT/1992, no qual se entendeu a complementaridade entre o Plano Piloto e Taguatinga.

A área de interesse para esse estudo foi o Setor de Habitações Coletivas Noroeste - SHCNW (Figura 8). Segundo o Plano de Gestão Ambiental de Implantação – PGAI do Setor de Habitações Coletivas Noroeste, o bairro conseguiu sua Licença de Instalação N° 033/2010, que autoriza a Terracap a dar início às obras em 02 de agosto de 2010 e tem validade de seis anos.



Figura 8 - Delimitação do Setor Noroeste (Terracap, 2009).

O Plano de Gestão Ambiental de Implantação do bairro é o “instrumento regulador das ações de monitoramento, mitigadoras e compensatórias da implantação do Setor Habitacional Noroeste” (2009). Nele, estão dispostos os programas que irão direcionar as ações a serem implementadas de forma a minimizar os impactos ambientais negativos oriundos das soluções propostas no Processo de Licenciamento Ambiental, além de prever como se dará a Gestão Ambiental das ações desenvolvidas no âmbito da implantação do projeto urbano.

O número do processo relativo ao licenciamento ambiental em tramitação no IBRAM (Instituto Brasília Ambiental) referente à Implantação do Setor de Habitações Coletivas Noroeste – SHCNW é 191.000.070/1997 (Terracap, 2012).

O Setor de Habitações Coletivas Noroeste (SHCNW) é uma área de expansão urbana inscrita na Bacia do Paranoá, conforme o disposto no artigo 20 da Lei Complementar nº 17 de 28 de janeiro de 1997, que instituiu o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal. O Setor de Habitações Coletivas Noroeste – SHCNW surgiu a partir de proposta do

urbanista Lúcio Costa, em 1987, no documento “Brasília Revisitada”, que aborda o aspecto habitacional, sugerindo tipologias de ocupação considerando a preservação das características essenciais das quatro escalas da concepção urbanística de Brasília (monumental, residencial, gregária e bucólica), e as possibilidades de adensamento e expansão do entorno do Plano Piloto. A ocupação urbana proposta pode ser observada na Figura 9.

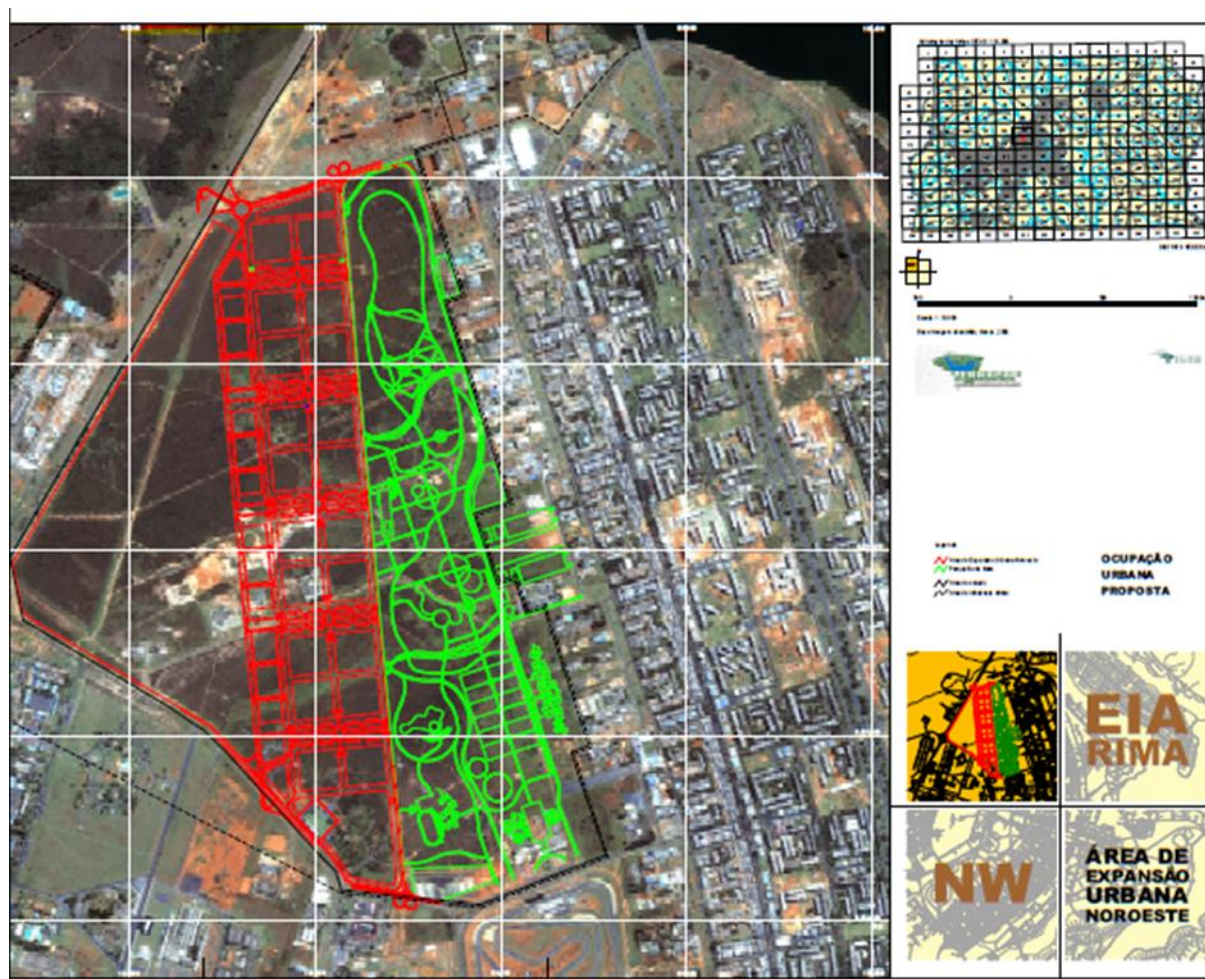


Figura 9 - Ocupação Urbana Proposta (Terracap, 2005).

O documento “Brasília Revisitada” orientou também a formalização de propostas e projetos para o Setor de Habitações Coletivas Sudoeste (SHCSW), além das áreas do Setor Habitacional Estrada Parque (SHEP), do Setor Habitacional Taquari (SHTQ) e do Setor Habitacional Buritis (SHB), como pode ser observado na Figura 10.

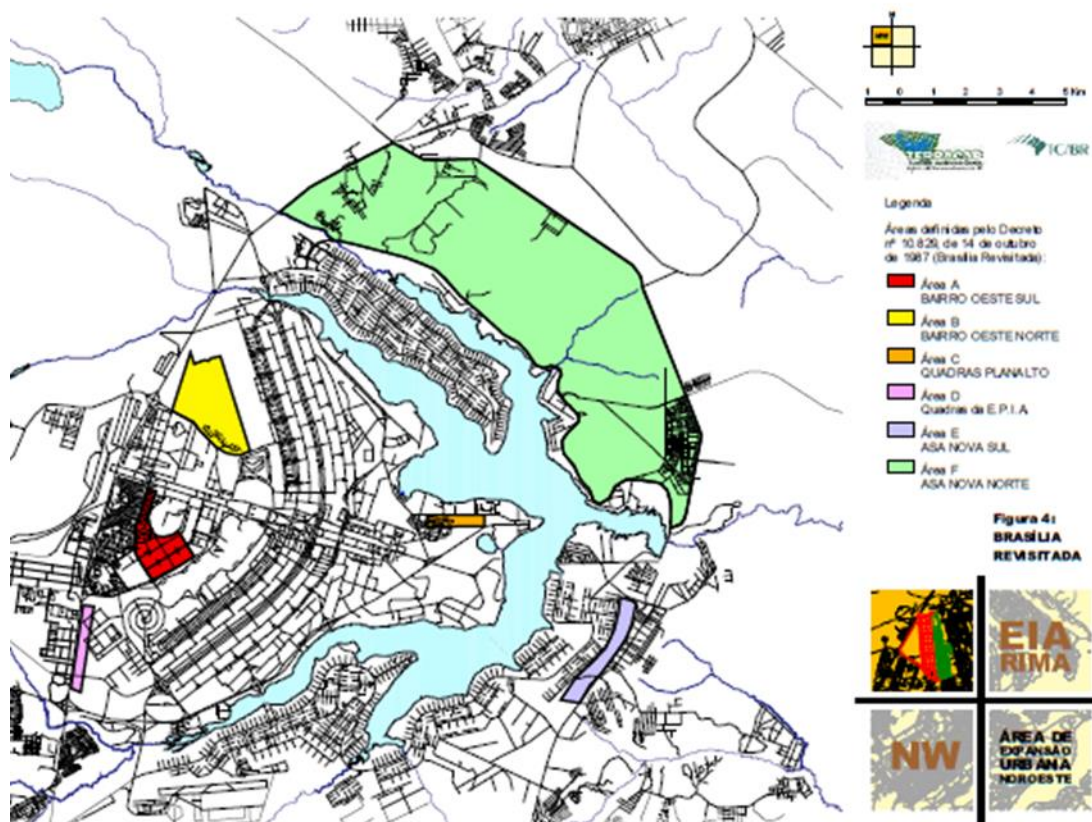


Figura 10 - Regiões propostas no documento "Brasília Revisitada" (Terracap, 2005).

4.5. O TRANSPORTE PÚBLICO NO SETOR NOROESTE

A lei nº 407, de 7 de janeiro de 1993, da Câmara Legislativa do Distrito Federal dispõe sobre a prestação de serviço de transporte público coletivo por transportadores autônomos e empresas no Distrito Federal. Nela, é especificado que o serviço de transporte coletivo operado por transportadores autônomos, serão utilizados veículos tipo ônibus ou microônibus, registrados no Departamento de Trânsito do Distrito Federal e vistoriados bimestralmente pelo DMTU/DF.

Segundo a lei nº 4.011, de 12 de setembro de 2007, em seu Art. 1º, dispõe que compete ao Distrito Federal, por intermédio da Secretaria de Estado de Transportes, planejar, regulamentar, organizar, delegar, definir políticas tarifárias e controlar todas e quaisquer modalidades ou categorias de serviço relativas ao transporte público coletivo integrante do Sistema de Transporte do Distrito Federal, instituído pela Lei Orgânica, Título VII, Capítulo V, bem como promover a articulação do planejamento dos serviços com as políticas de desenvolvimento urbano do Distrito Federal.

No Plano de Gestão Ambiental de Implantação – PGAI, elaborado pela Terracap em 2009, considerou-se, como um pré-requisito de sustentabilidade já atendido pelo projeto urbanístico do Setor Habitacional Noroeste, que o projeto seria desenvolvido em local inserido em comunidade já desenvolvida e com transporte público implantado.

Em consulta à tabela de linhas de ônibus DFTrans³, verificou-se que atualmente a única linha de ônibus que atende a região é a 116.2 (Rodoviária do Plano Piloto/W3-L2 Norte (Setor Noroeste)), operada pela Viação Piracicabana e que faz 14 viagens, de segunda a sexta-feira, sendo que o último coletivo a fazer o trajeto no dia sai às 18h17 (Figura 11).

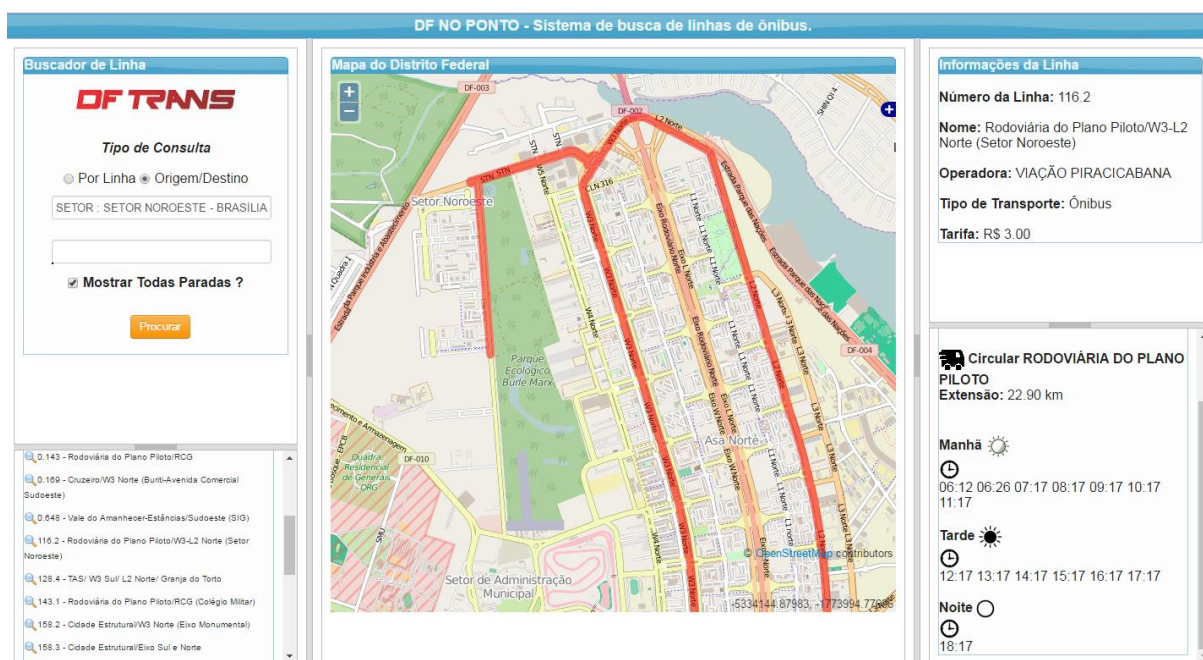


Figura 11 - Linha 116.2 que atende o Setor Noroeste (DFTrans, 2016).

No PGAI, a Terracap estabelece como pré-requisito de sustentabilidade:

“(…) Disponibilizar transporte público diário para localidades externas ao Noroeste, na Av. W9, de forma a garantir um número de viagens (ida e volta = 2 viagens) mínimo de 350, de forma a reduzir a utilização de automóveis.

Garantir um serviço de transporte com micro-ônibus com destino ao centro comercial do próprio empreendimento, com pelo menos cinco viagens diárias nos horários de pico de dias úteis, de forma a reduzir o consumo de energia e a poluição provocada por veículos e criar um plano para a maior

³ Disponível em: <http://www.sistemas.dftrans.df.gov.br/horarios/src/mapas/index>

utilização deste transporte de forma a obter uma redução do trânsito nos horários de pico.” (TERRACAP, 2009).

Os Planos Diretores Locais – PDL estabelecem que nos projetos de reformulação e de parcelamento do solo urbano considerado os usos, a ocupação do solo, a circulação e a acessibilidade para a localização das atividades dentro da malha urbana devem ser levado em conta o impacto no Sistema de Transporte Público de Passageiros – STPP, no Sistema de Circulação – SC, no Sistema Viário – SV e no Sistema Rodoviário do Distrito Federal – SRDF, considerando a capacidade atual, a demanda com o novo projeto e as providências para a manutenção do equilíbrio entre os Sistemas (TERRACAP, 2012).

Outra legislação pertinente é a Lei Distrital nº 4.566/2011 que dispõe sobre o Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade do Distrito Federal – PDTU/DF e a Lei Federal nº 12.587 de 03 de janeiro de 2012 que institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana.

O Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF - PDOT/97, a área do Setor Noroeste (Figura 12) encontra-se na Zona Urbana de Consolidação. Nessa Zona, a ocupação deve considerar as restrições do estabelecido para as áreas de preservação do conjunto urbanístico do Plano Piloto de Brasília, tombado como Patrimônio Histórico Nacional e Cultural da Humanidade; das peculiaridades ambientais das Áreas de Proteção Ambiental do Lago Paranoá e das Bacias Gama e Cabeça de Veado; e de saneamento para as áreas circunscritas na Bacia do Lago Paranoá.

O setor Noroeste está inserido em uma área que conta com um sistema viário consolidado no seu entorno imediato. Nele se destaca uma via arterial de categoria regional, constituída pela Estrada Parque Indústria e Abastecimento – EPIA. A EPIA integra um dos principais eixos de saída e acesso de bens e serviços da cidade e é por essa via que também se projetou o acesso da área ao terminal rodoviário norte de integração do sistema de transporte público da cidade.

Outras duas vias arteriais de caráter local abastecem a área: primeira delas é a Estrada Parque Armazenagem e Abastecimento – EPAA – que liga a EPIA ao Eixo Monumental na altura da Praça do Buriti e a segunda liga a EPIA ao final da Asa Norte, dando acesso à W3 Norte e ao binário constituído pela W4/W5 Norte.

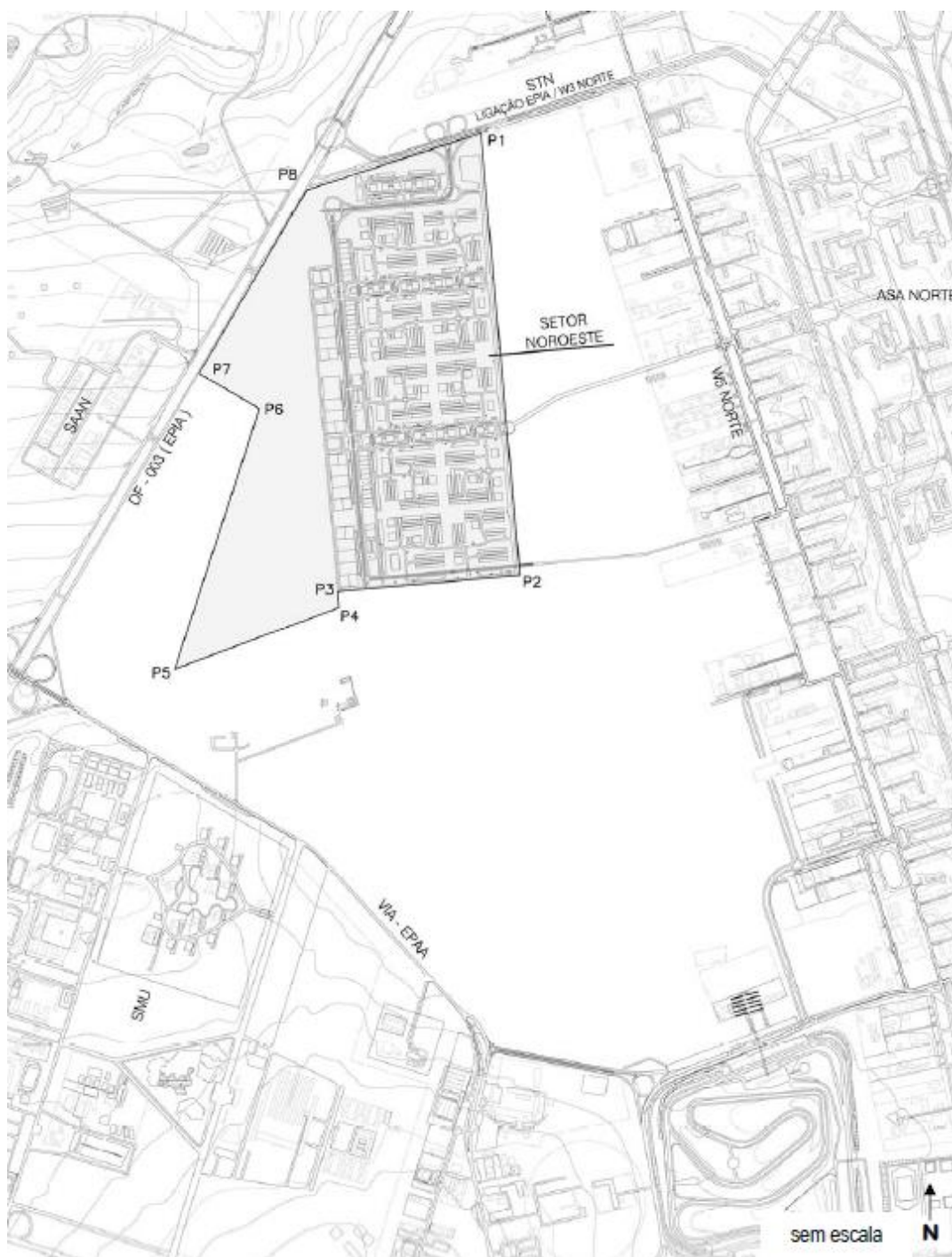


Figura 12 - Setor Noroeste (ZIMBRES ARQUITETOS ASSOCIADOS, 2007).

Segundo o Memorial Descritivo MDE-040/07, relativo ao projeto de parcelamento urbano elaborado pelo escritório Zimbres Arquitetos Associados, o endereçamento do Noroeste segue em linhas gerais os mesmos princípios adotados no Plano Piloto, conforme Figura 13.

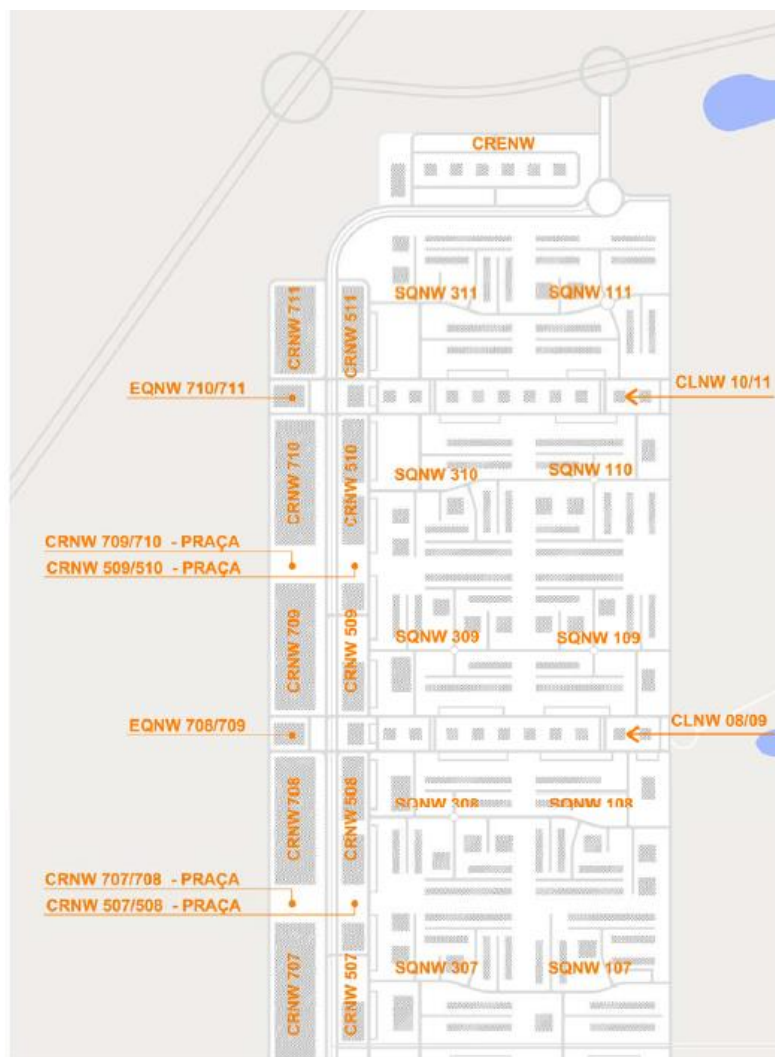


Figura 13 - Endereçamento no Setor Noroeste (Memorial Descritivo MDE-040/07. Zimbres Arquitetos Associados, 2007).

As superquadras do setor são designadas como Superquadras Noroeste ou SQNW em sua forma abreviada. No sentido Leste-Oeste, levam a designação de superquadras 100 e 300. No sentido Sul-Norte são numeradas em sequência numérica: como SQNWs 107, 108, 109, 110 e 111 para primeira faixa de quadras; e SQNWs 307, 308, 309, 310 e 311. As projeções residenciais no interior de cada superquadra são numeradas em sequência alfabética como blocos A, B, C, D, E, F, G, H, I, J e K.

Quanto à classificação das vias, os arquitetos consideraram que a área em questão estava dimensionada para permitir a ocupação estimada de 40.000 habitantes. Entendeu-se que o novo conjunto de vias dimensionadas segundo a hierarquia de vias arteriais, coletoras e locais complementar o conjunto existente dos três seguintes grandes eixos que margeiam a área, que são a EPIA, a EPAA e a via de ligação EPIA/W3 norte.

A continuidade da circulação no Noroeste, segundo o projeto do escritório Zimbres Arquitetos Associados se dará levando em consideração:

“O alinhamento longitudinal das vias dentro da área de estudo, o percurso Norte/Sul inicia-se em interseção do tipo rotatória, conjugada com um viaduto simples ou duas trincheiras adjacentes para evitar conflitos entre os retornos e as conversões à esquerda com o tráfego de passagem. Essa interseção está localizada na via de ligação EPIA / W-3 Norte, no final da Asa Norte. Nas interseções em nível entre via arterial e via expressa, como é o caso da via de ligação da EPIA/ W-3 Norte foi adotado o raio mínimo interno de 60 metros. Já no caso das interseções em nível entre duas vias arteriais, foi adotado o raio mínimo interno de 40 metros, em ambos os casos. Nas interseções em nível entre arteriais e coletoras foram usados nas curvas de bordo dos passeios raios mínimos de 12 metros. Nos casos das interseções em nível entre duas vias coletoras foram usados nas curvas de bordo dos passeios raios mínimos de 8 metros. Nos casos das interseções em nível entre coletoras e locais foram usados raios mínimos de 6 metros” (ZIMBRES ARQUITETOS ASSOCIADOS, 2007).

O Programa de Transporte Urbano do DF – “Brasília Integrada” (Figura 14) inclui uma estação de integração do sistema de transporte público do DF em uma das extremidades da cidade localizada próxima à EPIA.

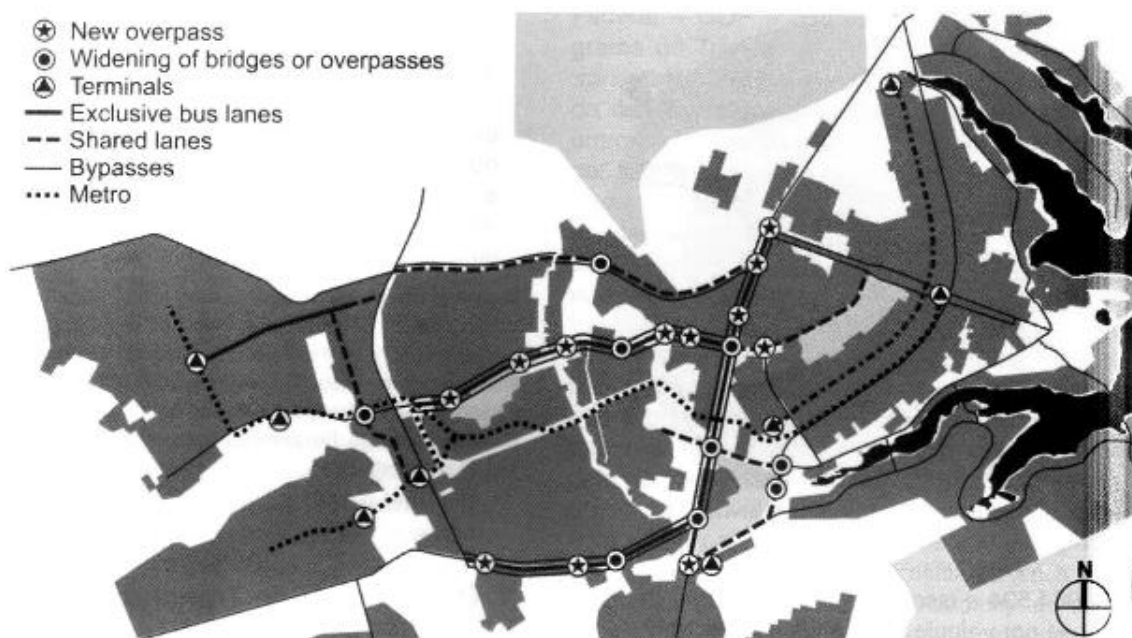


Figura 14 - Brasília Integrada (TENÓRIO e GERMANO DOS SANTOS JUNIOR, 2009).

A partir desta estação, os arquitetos lançaram no projeto um corredor de circulação exclusiva de transporte que ligaria o bairro à área central do Plano Piloto. Este corredor seria alimentado por linhas de ônibus locais.

O sistema foi configurado com o lançamento de conjuntos de vias orientadas nos sentidos Norte-Sul e Leste-Oeste.

No sentido Norte-Sul foram lançadas quatro grandes vias longitudinais paralelas entre si, com extensão média de 3.500 metros cada. São elas:

- A primeira via, no limite Leste do bairro, designada como W7, margearia o Parque Ecológico Burle Marx, com fluxo nas duas direções;
- A segunda via, designada como W8, estaria situada a cerca de 500 metros a Oeste da primeira via. Ela foi projetada para ter fluxo em apenas uma direção no sentido Norte/Sul;
- A terceira via, designada como W9, localizada a Oeste da via W8, funcionaria nos dois sentidos, com o objetivo de dar apoio à circulação geral de veículos e do transporte coletivo. Na qualidade de via arterial, ela teria a função de servir mais às necessidades de tráfego de passagem em ambos os sentidos. Essa via, com largura de pavimento projetada em 22 metros, contaria com três faixas por sentido, dispostas lateralmente com separação física do tipo canteiro central. Duas dessas faixas serviriam ao tráfego geral, e a outra, com 4 metros de largura, seria destinada ao uso exclusivo do transporte coletivo. Esse transporte coletivo circularia adjacente ao canteiro central, com veículos especiais com piso baixo e portas laterais;
- A quarta via, designada como W10, situada no limite oeste do bairro, dista cerca de 100 metros da via W9. Funcionaria com fluxo nas duas direções.

O comércio local foi distribuído ao longo de cada um desses binários. Um deles é conectado ao sistema viário da Asa Norte, através do Parque Burle Marx. Cada um desses conjuntos contaria com:

- Uma via situada no lado norte, que funcionaria no sentido Leste/Oeste, com objetivo de interligar a via W7 à via W10. Ela permitiria a distribuição dos fluxos de circulação da terceira via W9 para as demais vias e também o acesso às áreas residenciais e às comerciais.

Foram também planejadas duas vias que conectariam o Setor Noroeste com a Asa Norte, atravessando o Parque Burle Marx.

Segundo os arquitetos, o transporte coletivo foi o elemento norteador de estruturação da via W9, uma vez que este foi planejado para operar em faixa reservada do fluxo veicular e com prioridade de circulação sobre os demais veículos.

Quanto aos elementos relacionados ao transporte público, os arquitetos dispõem:

- Faixa reservada ao transporte coletivo – As faixas destinadas à operação do transporte coletivo foram projetadas com 4 metros de largura e localizadas junto ao canteiro central;
- Pontos de parada – Dimensionados para estarem com distâncias regulares entre si, variando entre 300 e 500 metros. Os pontos de parada foram planejados para estarem equipados com abrigos;
- Equipamentos de controle e de segurança – Antes da entrada em funcionamento do sistema de transporte coletivo no bairro, os arquitetos ressaltaram que deverão ser projetados e implantados todos os equipamentos de controle da operação e do gerenciamento do sistema de transporte público coletivo, para que sejam garantidos os níveis desejados de segurança.

4.6. O SOFTWARE SPRING E A SÉRIE LANDSAT

O *software* SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas) é um SIG (Sistema de Informações Geográficas) com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais (CÂMARA *et al.*, 1996).

O SPRING é um projeto do INPE / DPI (Divisão de Processamento de Imagens) com a participação da EMBRAPA/CNPTIA - Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para Agricultura, IBM Brasil - Centro Latino-Americano de Soluções para Ensino Superior e Pesquisa, TECGRAF - PUC Rio - Grupo de Tecnologia em Computação Gráfica da PUC-Rio e PETROBRÁS/CENPES - Centro de Pesquisas "Leopoldo Miguez".

São objetivos do projeto SPRING⁴:

- Construir um sistema de informações geográficas - SIG para aplicações em Agricultura, Floresta, Gestão Ambiental, Geografia, Geologia e Planejamento Urbano e Regional, que é o uso de interesse para este trabalho;
- Tornar amplamente acessível para a comunidade brasileira um SIG de rápido aprendizado;
- Fornecer um ambiente unificado de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto para aplicações urbanas e ambientais.

O *software* SPRING foi escolhido para este trabalho por diversos motivos, dentre eles podemos destacar:

- Trata-se de um *software* livre, gratuito, cujo arquivo de instalação está disponível em www.dpi.inpe.br/SPRING e de código aberto em www.spring-gis.org, o que permite que o trabalho possa ser desenvolvido em vários computadores, não dependendo de licenças e facilitando a logística para cumprir o cronograma;
- Possui manual *online* em língua portuguesa, ilustrado e com estilo de navegador Web, no qual as principais funções dos programas são apresentadas de forma sequenciada e um passo a passo;
- O mapa de exemplo que vem com o *software* é o de Brasília e todas as funções são exemplificadas sobre o caso de Brasília;

⁴ Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/SPRING/portugues/index.html>

- Em 2010, foi desenvolvido o livro “SPRING 5.1.2 Passo a Passo” e este foi disponibilizado gratuitamente pelo INPE o que facilitou o acesso ao conhecimento necessário para utilizar o programa de maneira correta e eficiente.

Assim, o SPRING foi escolhido como ferramenta de geoprocessamento e os *Softwares* Google Earth Pro e série Landsat foram escolhidos como fonte base dos mapas, por permitir a visualização e download de imagens em alta definição.

A série Landsat (Land Remote Sensing Satellite) iniciou em 1972 com o lançamento do satélite ERTS1. Ela teve sequência com os Landsat 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

O principal objetivo do sistema Landsat, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2004), foi o mapeamento multiespectral em alta resolução da superfície da Terra. Esse Ministério afirma que esse sistema orbital foi o mais utilizado na Embrapa para o “Monitoramento por Satélite no mapeamento da dinâmica espaço temporal do uso das terras e em todas as aplicações decorrentes” e vem sendo operacionalizado como sistema desde 1984.

O INPE possui uma antena em Cuiabá que recebe de forma contínua imagens de todo o território nacional, desde os anos setenta (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2004).

De acordo o Projeto “Brasil visto do espaço”⁵, os dois principais instrumentos de imagem do Landsat 5 eram: (MSS) Multispectral Scanner e (TM) Thematic Mapper.

O sensor TM possuía 7 bandas, cada uma representando uma faixa do espectro eletromagnético. As bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 possuíam 30 m de resolução geométrica, onde cada pixel de imagem representa uma área de 0,09 ha de terreno, enquanto a banda 6 possuía resolução de 120 m, cada pixel representando 1,4 ha.

As principais diferenças entre Landsat 7 e Landsat 5, segundo a Embrapa, são:

“Adição de uma banda pancromática com resolução espacial de 15m; Gravação da banda 6 (infravermelho termal) com alto e baixo ganho e resolução de 60m; Melhoramento no sistema de calibração do satélite, o que garante uma precisão radiométrica absoluta de +/-5%. Melhoramento na geometria de imageamento”.

No Landsat 7, o comprimento das bandas espectrais e a sua resolução espacial são:

⁵ Disponível em: <http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br/>

- Bandas do infravermelho e visível: resolução espacial de 30 m (bandas 1, 2, 3, 4, 5, 7);
- Bandas do infravermelho termal (bandas 6L e 6H): resolução de 60 metros;
- Nova banda pancromática: 15 m de resolução espacial.

Em 2013, o satélite Landsat 8 entrou em operação. Esse satélite foi desenvolvido com a possibilidade de gerar novos produtos por meio de novas combinações de bandas.

A plataforma do Landsat 8 opera com dois instrumentos imageadores: Operacional Terra Imager (OLI) e Thermal Infrared Sensor (TIRS). Produtos OLI consistem de nove bandas multiespectrais com resolução espacial de 30 metros (bandas de 1 a 7 e 9), sendo a banda 8 do instrumento OLI pancromática e possui resolução espacial de 15 metros. As faixas térmicas de 10 e 11 pertencem ao instrumento imageador TIRS. As faixas térmicas do instrumento TIRS têm seus dados coletados com pixel de 100 metros.

O tamanho aproximado da cena no Landsat 8 é de 170 km ao norte-sul por 183 km a leste-oeste⁶.

A série Landsat será importante no desenvolvimento desse trabalho porque junto ao *software* SPRING e Google Earth Pro possibilitará a avaliação da dinâmica de urbanização do bairro Noroeste, permitindo o diagnóstico do sistema de transporte público no bairro e sua evolução temporal ao longo dos últimos anos.

⁶ Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/landsat8.php>

5. METODOLOGIA

O presente trabalho utilizou como metodologia para a obtenção das informações uma sequência de atividades que serão explicitadas abaixo.

A primeira parte realizada foi a pesquisa bibliográfica sobre os temas: cartografia, geoprocessamento, planejamento urbano, transporte público urbano e funcionamento do *software* SPRING. Utilizou-se, como fonte de informações, artigos, relatórios e livros sobre os assuntos de interesse. Foi feito também um levantamento de documentos sobre a área de estudo, obtidos através de contato com a direção da Associação de Moradores do Noroeste – AMONOR, relatórios da Terracap e Leis Federais e Distritais pertinentes ao trabalho.

Paralelamente à pesquisa bibliográfica foi feita a familiarização com a utilização dos *softwares* SPRING e Google Earth Pro por meio dos tutoriais gratuitos disponibilizados pelos desenvolvedores dos programas⁷.

Foram feitos os levantamentos *in loco* do transporte público disponível atualmente no Setor Noroeste e a realização de entrevista via telefone com uma funcionária que trabalha no bairro Noroeste e mora em São Sebastião, usuária do transporte público.

Realizou-se a leitura das bandas da imagem obtidas via Satélite Landsat 8, referentes ao dia 04 de agosto de 2015 e resolução de 30m, da região do Noroeste, seu registro e processamento junto ao arquivo CAD do Distrito Federal, disponível na página da Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação – Segeth⁸, pelo *software* SPRING, a fim de obter dados relativos ao transporte público planejado para a região. Através da função “mapa de distâncias” do SPRING foram feitos três planos de informação temáticos importantes para o trabalho: o mapa de distâncias das paradas existentes, o das paradas planejadas e o da via W7. Posteriormente fez-se a tabulação cruzada do mapa de distâncias das paradas existentes com o mapa de uso e cobertura do solo e com o mapa de declividades. Também foi feito o perfil topográfico da via W7 e um perfil transversal o bairro Noroeste.

Por fim, geraram-se as cartas no SPRING e foi feito o diagnóstico do sistema de transporte público, composto por mapas, tabelas e textos. Essa metodologia permitiu atingir os

⁷ Disponíveis em: <http://www.dpi.inpe.br/SPRING/portugues/manuais.html> e <https://www.google.com.br/earth/learn/>

⁸ Disponíveis em: http://www.sedhab.df.gov.br/mapas_sicad/index2.htm e <http://www.sedhab.df.gov.br/component/content/article/284-mapas/281-mapas.html>

objetivos específicos porque foi possível fundamentar o diagnóstico do transporte público através da utilização de uma ferramenta SIG, no caso, o SPRING.

Os principais equipamentos necessários para o desenvolvimento do trabalho foram: computador, máquina fotográfica e automóvel para verificar *in loco* a situação da implantação de infraestrutura para abastecimento da região com transporte público.

O material utilizado é composto pelas imagens em alta definição obtidas pelo Satélite Landsat 8, Google Earth Pro e base em CAD do Distrito Federal fornecido pela Segeth.

Os principais *softwares* utilizados no desenvolvimento do trabalho foram: SPRING, AutoCAD, Google Earth Pro.

O processo de desenvolvimento do Projeto Final 2 pode ser observado no fluxograma abaixo (Figura 15):

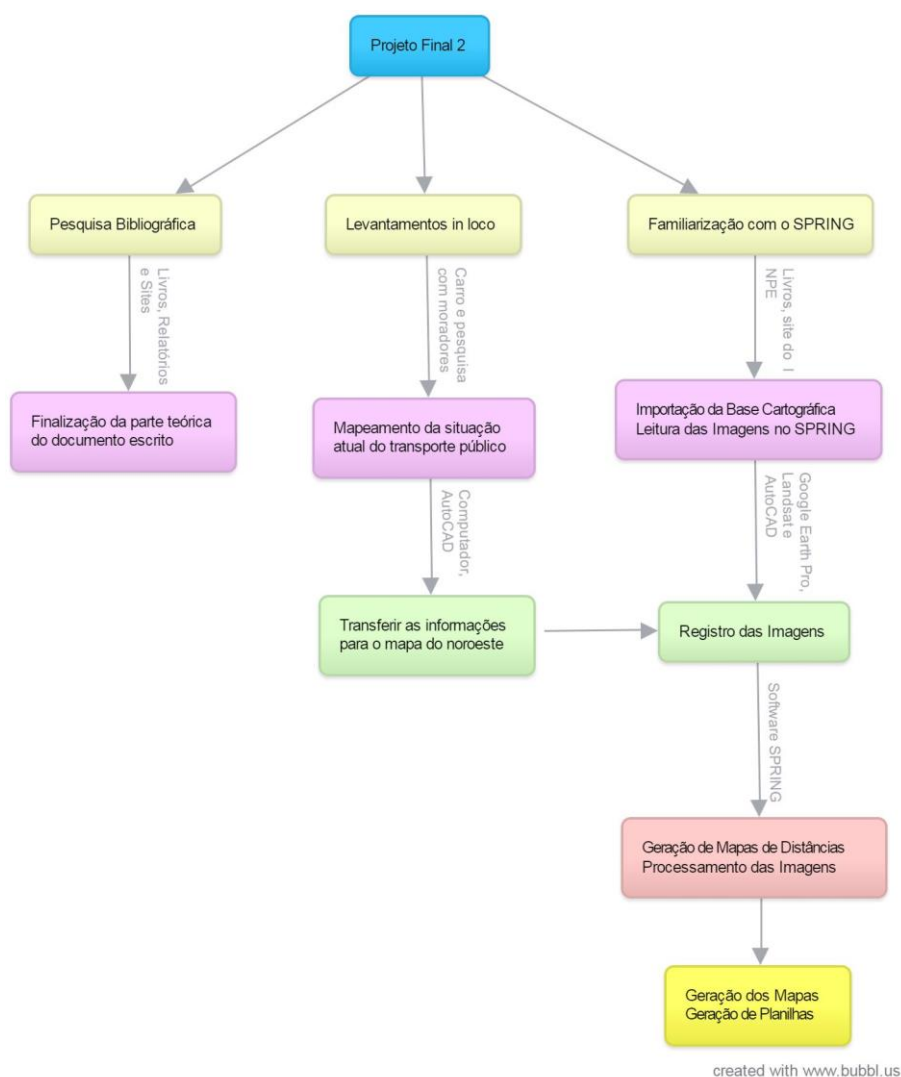


Figura 15 - Fluxograma de Trabalho do Projeto Final 2

5.1. METODOLOGIA DO USO DO SPRING.

Nesse projeto utilizou-se a versão 5.3 do programa SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas). Esse programa foi desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens (DPI) que faz parte da Coordenação Geral de Observação da Terra (OBT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A região de interesse é a do Setor Noroeste e utilizou-se como base de dados o arquivo CAD do levantamento topográfico do Distrito Federal (sistema de referência Sirgas 2000) disponibilizado pela Terracap, o projeto urbanístico do Noroeste (também em CAD) e a imagem de satélite da série Landsat 8 (11 bandas do espectro eletromagnético) referente ao dia 04 de agosto de 2015.

5.1.1. MONTAGEM DA BASE DE DADOS

A primeira ação que deve ser feita ao iniciar um projeto no SPRING é criar o banco de dados e salvar uma pasta em um diretório específico do computador. Criou-se a pasta “BD_2016_1” onde foram salvos todos os dados relativos ao projeto. Após abrir o SPRING e abrir o banco de dados, criou-se o projeto “PF2_Noroeste_ampliado”.

A folha do projeto compreende a região retangular delimitada pelas coordenadas escolhidas no Google Earth Pro:

Tabela 1 - Limites do Retângulo Envolvente.

FOLHA	LONG_MIN	LONG_MAX	LAT_MIN	LAT_MAX
NOROESTE	O 47 56 00	O 47 52 34	S 15 43 36	S 15 46 32

Primeiramente criou-se um projeto chamado DF_Todo foram importados os *layers* da drenagem e sistema viário do Distrito Federal.

Criou-se o projeto denominado PF2_Noroeste _ampliado com algumas definições que podem ser visualizadas na Figura 16: projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, coordenadas planas e zona UTM 23. Para finalizar a criação do projeto, selecionam-se as opções Criar e Ativar.

Projetos

DF_TODO
Folha_Noroeste
Geo_Ref
PF2_Noroeste_ampliado

Nome: PF2_Noroeste_ampliado

Projeção... UTM/Datum->SIRGAS2000

Projeção de Referência

Projeção

Retângulo Envolvente

Coordenadas: ☐ GMS ☐ GD ☒ Planas

X1: 185563.6697 X2: 191902.9535

Y1: 8253617.0340 Y2: 8259275.0751

Hemisfério: ☐ N ☒ S ☐ N ☒ S

Criar Ativar Desativar Alterar Suprimir

Fechar Ajuda

Figura 16 - Criação do Projeto no SPRING 5.3.

O próximo passo foi importar a base cartográfica para o projeto no SPRING. Essa base cartográfica consiste no arquivo CAD disponibilizado pela Terracap que foi modificado, adicionando-se o projeto urbanístico do Setor Noroeste.

Importaram-se os dados (importação vetorial dos layers do AutoCAD) relativos às vias e à drenagem, em especial o layer “URB_Sistema Viário” primeiramente no projeto DF_Todo e depois, por mosaico, trouxe os dados para o retângulo delimitado no projeto PF2_Noroeste_ampliado (Figura 17).

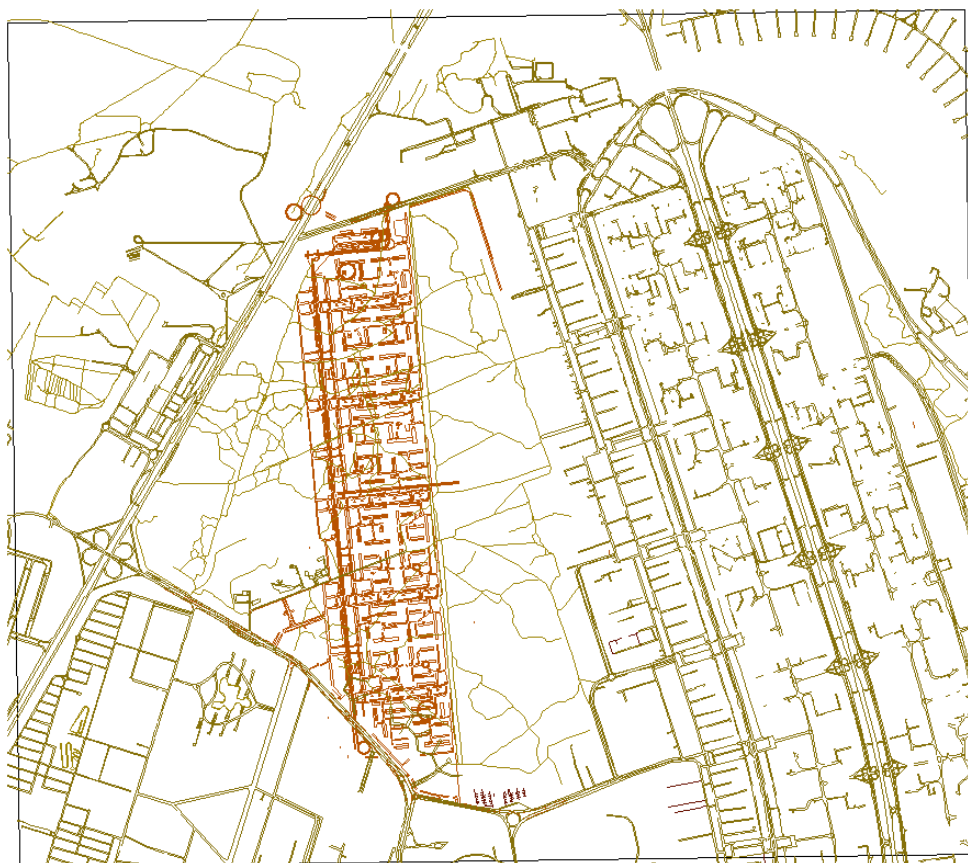


Figura 17 - Dados Vetoriais Importados no SPRING 5.3.

O programa SPRING pode dificultar o processamento caso os nomes dados dentro do projeto estejam com acentos ou caracteres especiais, por isso, evitou-se acentuar as palavras nos nomes definidos dentro do projeto.

Para importar os dados do AutoCAD para o SPRING é preciso criar um Modelo de Dados/Categoria. Foram criadas as categorias das vias e da drenagem, que possuem um modelo de dados tipo temático. Ao se importar os layers para dentro do SPRING, cria-se um Plano de Informação (PI) de saída para cada um deles. Esses PI's aparecem no painel de controle (guia lateral da janela principal do SPRING), conforme a Figura 18.

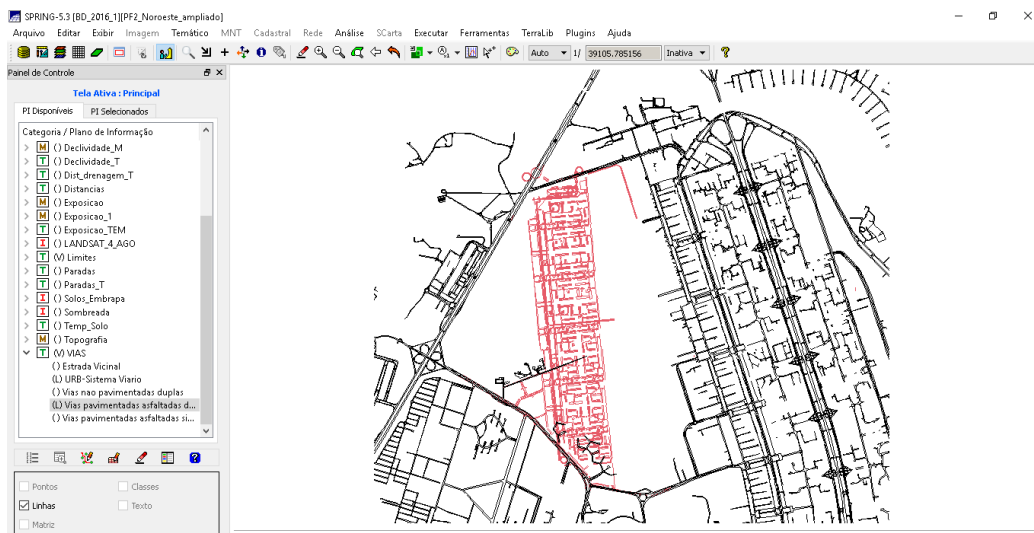


Figura 18 - Planos de Informação no SPRING 5.3.

Após a montagem da base de dados, procedeu-se com o processamento de Modelos Numéricos de Terreno e o processamento de Imagens, que geraram mapas e tabelas constantes na seção 6.4.

5.1.2. PROCESSAMENTO DE MODELOS NUMÉRICOS DO TERRENO

Conforme definido na seção 4.2, um MNT (Modelo Numérico do Terreno) é entendido como:

“[...] um modelo matemático que reproduz uma superfície real a partir de algoritmos e de um conjunto de pontos em um referencial qualquer, que descrevem a variação contínua da superfície” (CÂMARA, SOUZA, *et al.*, 1996).

Criou-se uma nova categoria, como Modelo de Dados MNT, cujo nome designado foi Topografia. Fez-se o mesmo procedimento de importação de dados vetoriais e matriciais a partir do arquivo geral modificado da Terracap. A entidade foi Amostra (MNT), com unidades em metros, escala de 1/10000, especificando-se o retângulo envolvente do projeto, layers CURVA_MESTRA (curvas de nível a cada 25 m) e CURVA_INTERMEDIARIA (curvas de nível a cada 5 m) e tamanho do Pixel 5x5. Esses dois layers geraram dois planos de informação dentro da categoria Topografia, denominados CN_Intermediaria e CN_Mestra e recortou-se os dois PI's no tamanho do retângulo envolvente. Para que esses dois PI's ficassem juntos, a fim de facilitar operações posteriores, criou-se um novo PI chamado CN_TODAS dentro da

categoria MNT de Topografia e importou-se os outros dois PI's pela ferramenta Mosaico para dentro deste novo PI criado, como se pode observar na Figura 19.

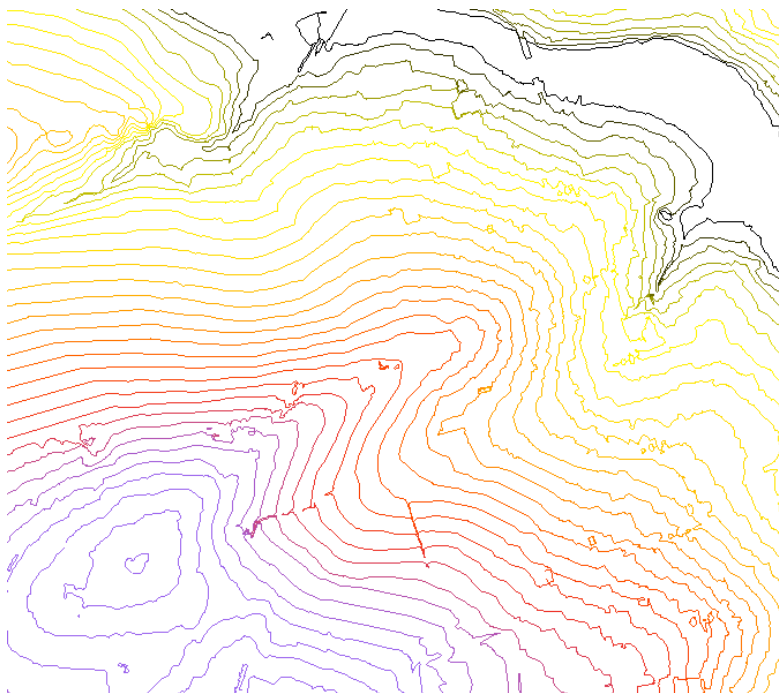


Figura 19 - Curvas de nível no PI CN_TODAS.

A partir do plano de informação CN_TODAS, foi feita uma Rede de Triângulos Irregulares (TIN) por meio do comando “Geração de TIN”. Com a grade TIN, foi gerada uma Grade Retangular, que deu origem a um modelo digital que aproxima as superfícies através de um poliedro de faces retangulares (Figura 20). Essa grade retangular gerou as Isolinhas, que são linhas que unem os pontos e possuem o mesmo valor por meio do comando: MNT - Geração de Isolinhas (Figura 21).

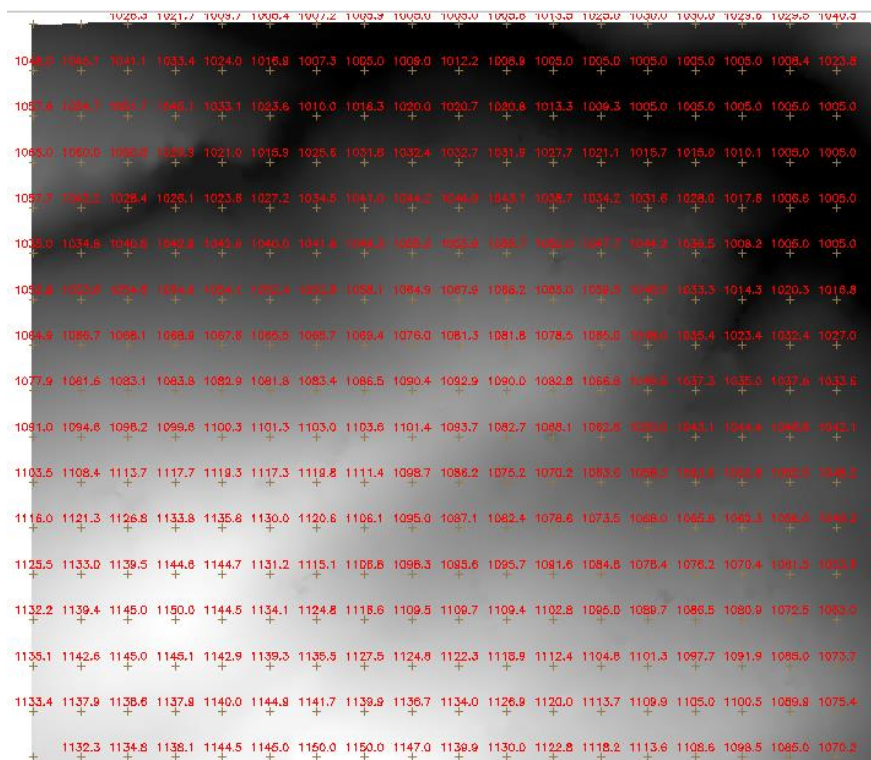


Figura 20 - Grade Retangular.

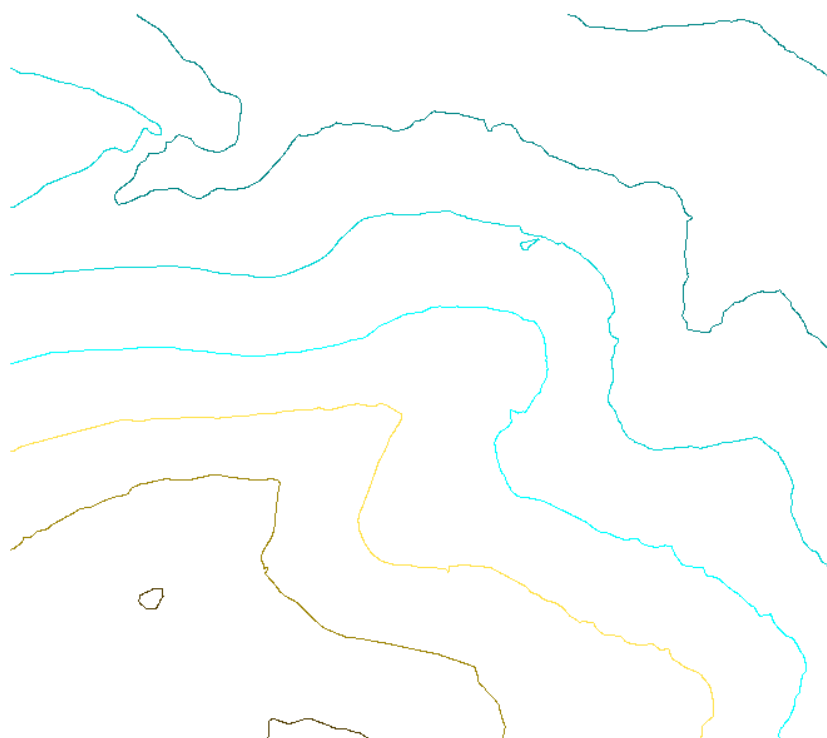


Figura 21 – Isolinhas.

Após a criação das isolinhas, procedeu-se à realização da hipsometria, que é uma representação por meio de cores equivalentes com a cota do terreno. Para fazer esse mapa de hipsometria, primeiramente fez-se o fatiamento, no qual se criou uma nova categoria temática

chamada Hipsometrico_25, e em seguida, as classes temáticas foram criadas para abranger toda a extensão que seria fatiada com o intervalo de 25m. Depois, com o comando MNT-Fatiamento, associou-se as fatias às classes e obteve-se o mapa hipsométrico (Figura 22).

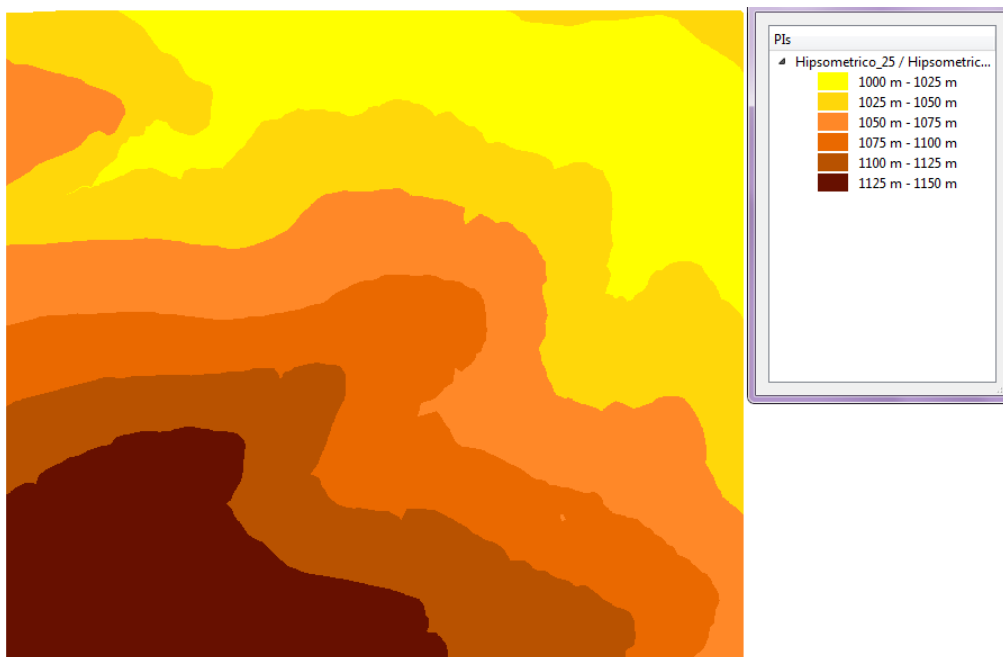


Figura 22 – Hipsometria.

As cores usadas para as classes hipsométricas foram baseadas no manual “Noções Básicas de Cartografia” do IBGE (Figura 23), partindo do verde, passando pelo amarelo, laranja e chegando ao vermelho. No entanto, a diferença entre os níveis do terreno é mais sutil que na escala do IBGE, por isso, aumentamos os níveis de cores a cada 25 metros do hipsométrico para melhor visualização. Isto é, começou-se do amarelo mais claro que corresponde exatamente ao nível da escala da Figura 23.

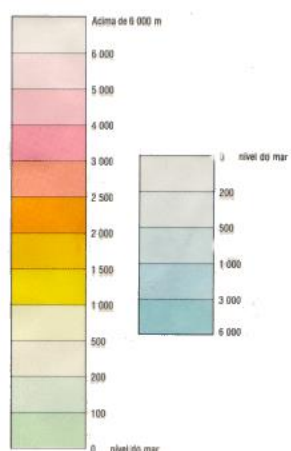


Figura 23 - Escala de cores Hipsométrica e Batimétrica (CIM) (IBGE, 1998).

5.1.3. PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGEM

O processamento digital de imagem consiste na manipulação de uma imagem por computador, de modo que a entrada e a saída do processo são imagens (DPI, 2006). Usa-se esse procedimento para melhorar o aspecto visual das imagens, facilitando a interpretação para o observador e gerando produtos que posteriormente poderão passar por outros procedimentos, como a segmentação e a classificação.

Inicialmente, foi realizado o pré-processamento, ou seja, uma preparação para os outros procedimentos. Nele, foi realizada a aquisição das imagens do Landsat 8, que estão disponibilizadas para download gratuito no site do USGS⁹. As bandas da imagem adquiridas foram trazidas para uma categoria de imagem denominada LANDSAT_4_AGO, porque se trata de uma imagem obtida pelo satélite referente ao dia 4 de agosto de 2015. Procedeu-se, então, o realce de contraste nas bandas multiespectrais e pancromática, gerando os planos de informação “B(número da banda)_RLC”. Isso foi feito por meio da opção Imagem-Contraste, como mostrado na Figura 24 a seguir.

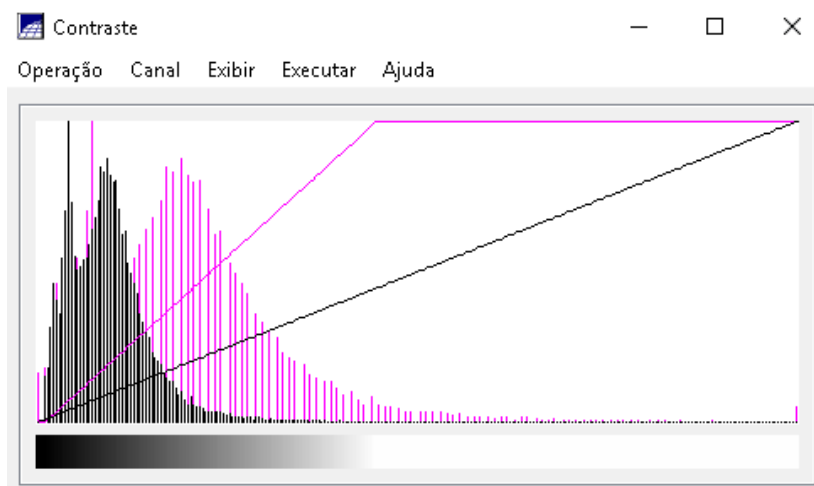


Figura 24 - Manipulação de contraste por uma transformação linear.

Com as bandas B6, B5 e B4 realçadas, fez-se uma composição colorida RGB na qual se pode observar o bairro Noroeste (Figura 25).

⁹ Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>



Figura 25 - Composição RGB com o Bairro Noroeste.

Em seguida foi necessário definir as Componentes Principais, uma técnica de realce que reduz ou remove a redundância espectral, gerando um novo conjunto de imagens cujas bandas individuais apresentam informações não disponíveis nas outras bandas. O número de componentes principais é igual ao número de bandas espectrais utilizadas. A primeira componente principal tem a maior variância de nível de cinza (maior contraste) e a última, a menor variância (DPI, 2006).

Com a composição RGB-654_rlc ativa, foi realizada a segmentação RGB utilizando-se as bandas B4_RLC, B5_RLC e B6_RLC, B7_RLC, B11_RLC, Componentes Principais 1 a 3, NDVI e NDWI, onde foram divididos polígonos que devem corresponder a uma informação diferente das informações ao seu redor. Esse processo foi realizado na aba Imagem – Segmentação, no qual se fez a segmentação com variadas combinações de valores para a similaridade e área de pixels, até alcançar uma segmentação satisfatória de similaridade 10 e área de pixels 20. (Figura 26).

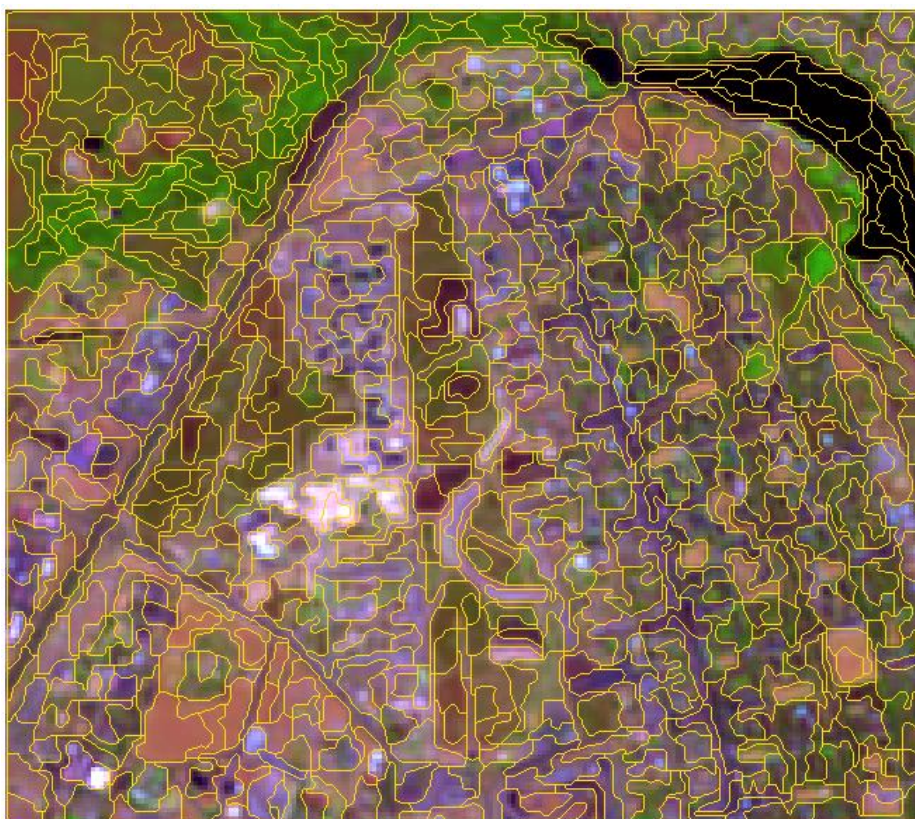


Figura 26 - Plano de informação seg_B4a7e11rlc_PC1a3_vw_10x20 contendo a segmentação realizada pelo SPRING por cima da composição RGB das bandas 6, 5 e 4 realçadas.

Depois do processamento, passou-se para os procedimentos de Classificação. Nessa parte, foi utilizado o comando Classificação, no qual foi feito um contexto de classificação por região, onde foram selecionadas as imagens B04_RLC, B05_RLC, B06_RLC, B07_RLC e NDVI_RLC e a imagem segmentada “seg_B4a7e11rlc_PC1a3_vw_10x20”.

Foram então realizados vários treinamentos, nos quais algumas regiões demarcadas pela segmentação foram denominadas de acordo com as características presentes nela. Nas Figuras 27 e 28, observa-se que se foi aprimorando o treinamento a fim de obter a classificação mais coerente possível.

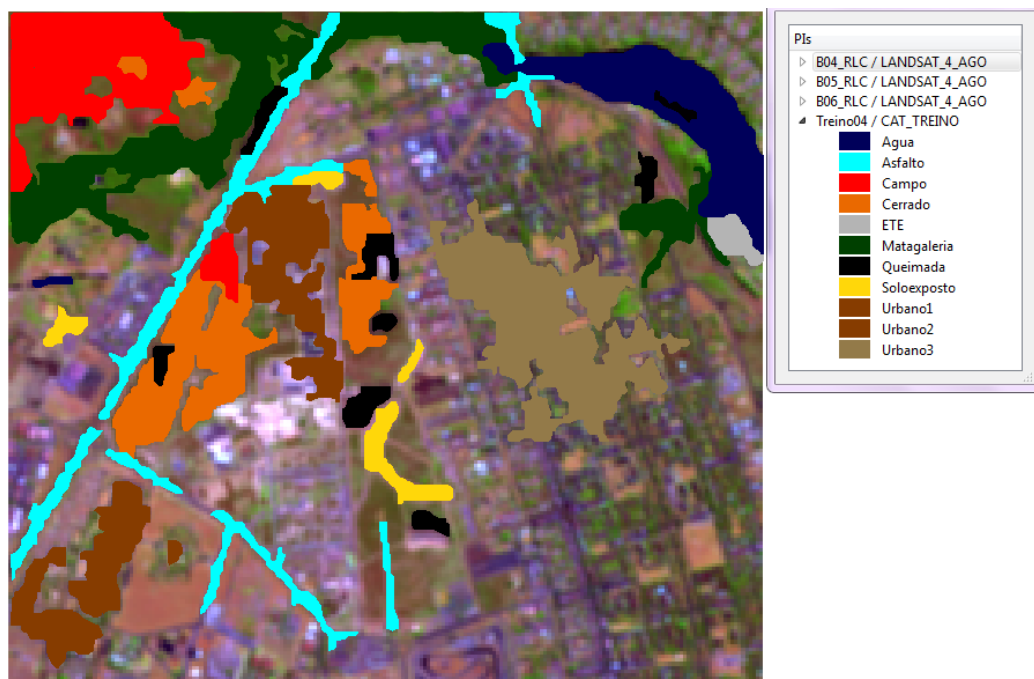


Figura 27 - Treinamento 04

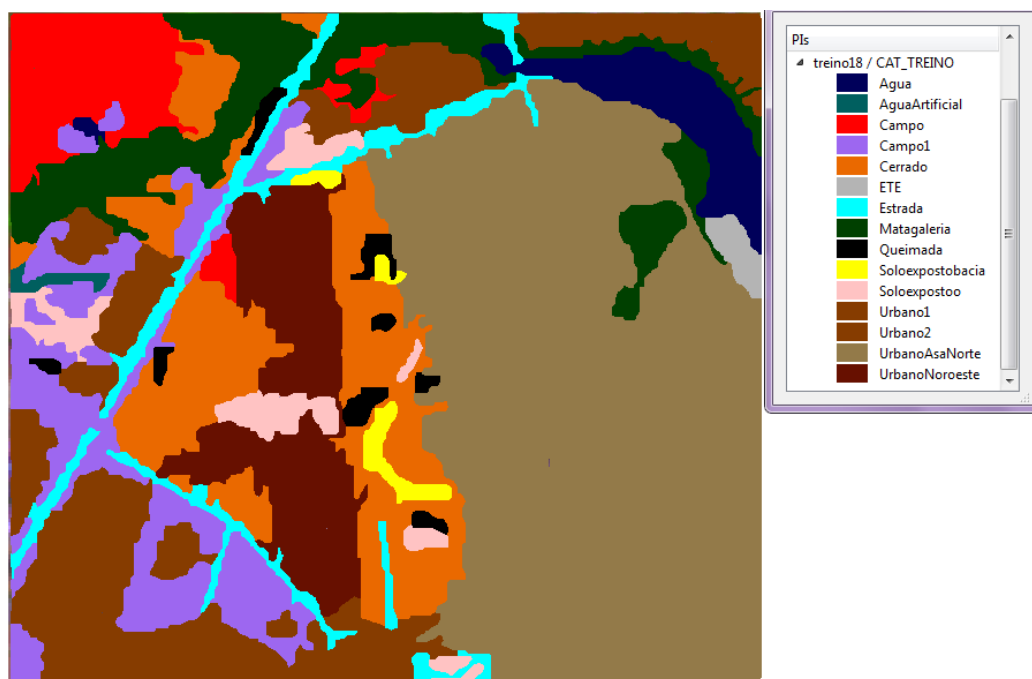


Figura 28 - Treinamento 18

Para auxiliar na visualização das características das áreas demarcadas no treinamento, foi utilizado o programa Google Earth Pro que permitiu confirmar as características das regiões. Para achar a área de estudo no Google Earth Pro, as linhas de segmentação do treinamento 18 foram exportadas em formato KML e salvas como um arquivo na pasta do Banco de Dados. Em seguida, essa segmentação foi importada para o programa Google Earth Pro, de forma que a segmentação do projeto “PF2_Noroeste_ampliado” pode ser observada. (Figura 29).



Figura 29 - Segmentação do projeto no Google Earth Pro

Após os treinamentos foram realizados dois tipos de classificação por região: Isoseg e Bhattacharya. O Isoseg é um classificador não supervisionado (algoritmo que procura agrupar regiões a partir de atributos estatísticos e a área, de uma medida de similaridade) e o Bhattacharya é um classificador supervisionado por regiões e que requer a seleção das áreas de treinamento. Verificou-se que após várias classificações com o Bhattacharya e com o limiar de aceitação de 99,9%, chegou-se ao mapa classificado “Cont3_treino18_Bhatta999” que utilizou o treino 18 no qual foram tomados quase todos os polígonos (Figura 30).



Figura 30 - Classificação com o classificador Bhattacharya 99,9%

Para a criação do mapa de uso e cobertura do solo, criou-se uma nova categoria temática “CAT_USO_COBERTURA” e nela criou-se as classes de uso e cobertura segundo o “Manual Técnico de Uso da Terra” (IBGE, 2006), conforme a classificação da Figura 31. Em seguida, foram feitas as associações dos temas contidos no treinamento às classes de uso e cobertura. Os temas Campo1, ETE, Estrada, Soloexpobacia, Soloexposto, Urbano1, Urbano2, UrbanoAsaNorte e UrbanoNoroeste foram associados à área construída; o tema Agua à águas naturais; o tema AguaArtificial à águas artificiais; o tema Campo à campestre; os temas Cerrado e Queimada à savânica; e o tema MataGaleria à florestais.

Nível I	Nível II	
1. Áreas Antrópicas Não Agrícolas	1.1	Área Urbanizada
	1.2	Área de Mineração
2. Áreas Antrópicas Agrícolas	2.1	Cultura Temporária
	2.2	Cultura Permanente
	2.3	Pastagem
	2.4	Silvicultura
3. Áreas de Vegetação Natural	3.1	Florestal
	3.2	Savânica
	3.3	Campestre
4. Água	4.1	Corpos d'água Continentais
	4.2	Corpos d'água Costeiros

Figura 31 - Classes da cobertura e do uso da terra (Modificado de IBGE, 2006).

Por meio do comando Imagem-Mapeamento de Classes para Imagem Temática, gerou-se o Mapa de Uso e Cobertura do Solo, conforme a Figura 32.

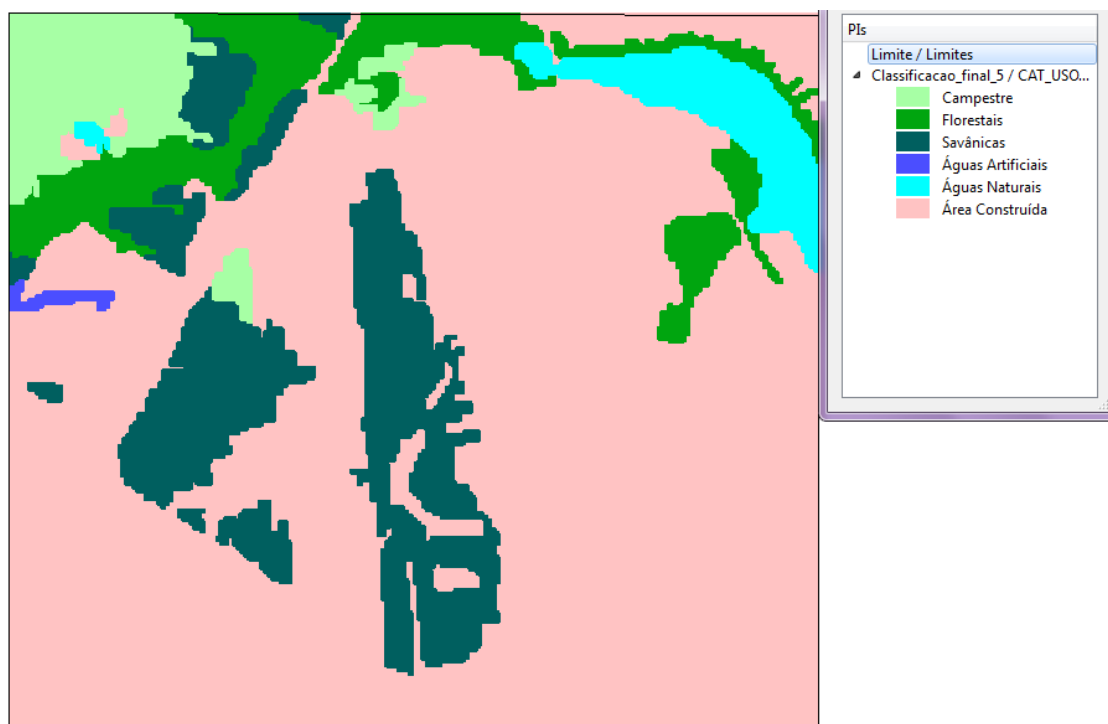


Figura 32 - Mapa de Uso e Cobertura do Solo.

5.1.4. GERAÇÃO DE CARTAS

Em todas as cartas geradas, foram colocadas Convenções Cartográficas, sendo elas os Rios e Córregos, as Rodovias Não Pavimentadas, as Rodovias Pavimentadas E O Sistema Viário do Setor Noroeste. Dessa forma, foi montada uma Carta Base (Figura 33) contendo essas e outras informações, como Título da Carta, Legenda, Símbolo indicando os pontos cardeais principais, de forma a orientar as imagens na superfície terrestre, Informações Técnicas e a Escala.

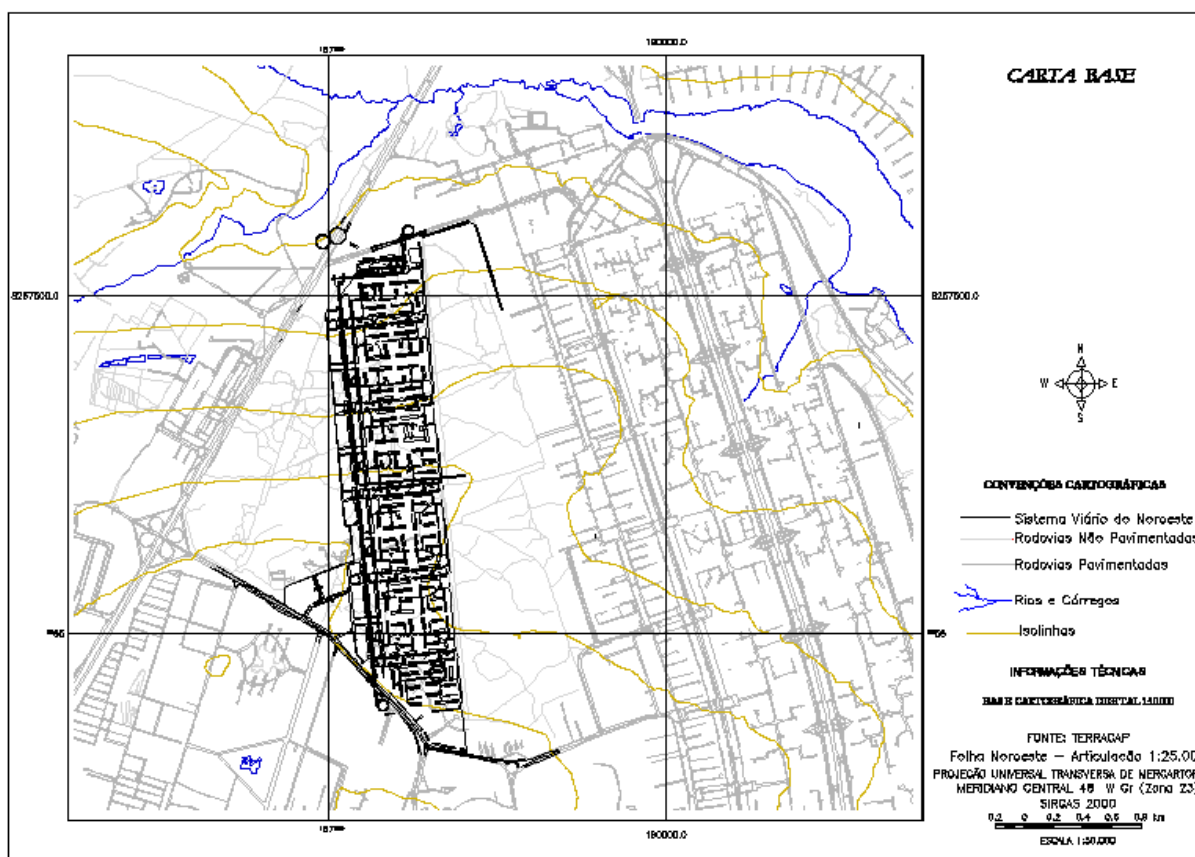


Figura 33 - Carta Base

Além disso, foi inserida uma Grade Plana e a delimitação do espaçamento entre os medianos e entre os paralelos.

As cartas foram montadas ativando-se a opção Scarta. Nela, é possível criar novas cartas, carregar as antigas, fazer edições e adicionar textos informativos, dentre outras funções.

A sequência utilizada foi:

- 1) Abrir o Scarta e ativar o projeto usado no SPRING;
- 2) Selecionar Arquivo > Criar Carta...;

Essa opção permite ao usuário criar mais de um modelo de carta usando o mesmo projeto, dando liberdade de criação e análise.

- 3) Selecionar Editar > Características...

Depois de mostrado o modelo da folha, defina as características gerais da carta (tamanho do papel, escala da carta, área de quadros, entre outros).

- 4) Ativar o plano de informação que se pretende usar para montagem da carta, de preferência, com maior prioridade.
- 5) Selecionar Editar > Elementos...

Nesta opção, o usuário tem liberdade para acrescentar títulos, subtítulos, barra de escalas, legendas, símbolos, linhas para convenções cartográficas e textos das informações técnicas.

- 6) Selecionar Editar > Grade...

Esta opção permite que o usuário insira na imagem uma grade com os valores das coordenadas planas ou geográficas.

Após todas as alterações que o usuário faz, a carta está pronta e disponível para análise.

6. RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos por meio da aplicação dos materiais e métodos abordados no capítulo 5. O texto aborda as etapas de trabalho propostas na metodologia, com análises e observações. Essas análises de resultados irão fornecer a base para as conclusões do trabalho.

6.1. LEVANTAMENTO *IN LOCO*

Data e hora do levantamento *in loco*: 23/03/2016 às 11h00.

Atividade: Visita ao Setor Noroeste para identificação e avaliação das condições dos pontos de ônibus existentes no Setor Noroeste.

Identificou-se pontos de ônibus nas quadras a seguir:

- SQNW 102: um ponto de ônibus com recuo para veículos ao lado do parque (Figura 34), identificado somente com uma placa, conforme a Figura 35.



Figura 34 - Ponto de ônibus - SQNW 102 - Ao lado do parque



Figura 35 - Placa de identificação de ponto de ônibus¹⁰

- SQNW 104: um ponto de ônibus com recuo para veículos, ao lado do parque e identificado somente com uma placa, conforme a Figura 36.



Figura 36 - Ponto de ônibus - SQNW 104 - Ao lado do parque

- SQNW 106: um ponto de ônibus sem recuo para veículos, ao lado do parque, identificado somente com uma placa, conforme a Figura 37.

¹⁰ Disponível em: http://aimore.net/placas/placas_educativas_auxiliares_aimore.html



Figura 37 - Ponto de ônibus - SQNW 106 - Ao lado do parque

- SQNW 108: um ponto de ônibus com recuo para veículos, ao lado do parque Burle Marx e feito com estrutura metálica, cobertura e bancos (Figura 38). E um ponto de ônibus com recuo, do lado das edificações, feito com estrutura metálica, cobertura e bancos (Figura 39).



Figura 38 - Ponto de ônibus - SQNW 108 - Ao lado do parque



Figura 39 - Ponto de ônibus - SQNW 108 - Ao lado das edificações.

- SQNW 110: um ponto de ônibus com recuo para veículos, ao lado do parque e feito com estrutura metálica, cobertura e bancos (Figura 40). E um ponto de ônibus com recuo para veículos, ao lado dos prédios e feito com estrutura metálica, cobertura e bancos (Figura 41).



Figura 40 - Ponto de ônibus - SQNW 110 - Ao lado do parque



Figura 41 - Ponto de ônibus - SQNW 110 - Ao lado das edificações.

Verificou-se que a via a leste do bairro (Figura 42), denominada W7 pelo projeto urbanístico (limítrofe com o parque Burle Marx), é onde atualmente existe o fluxo principal que atende o bairro, apresentando paradas de ônibus nos seus dois sentidos. Há duas tipologias de paradas: paradas em vidro e estrutura metálica com abrigo e paradas apenas sinalizadas com placa e sem abrigo aos usuários.

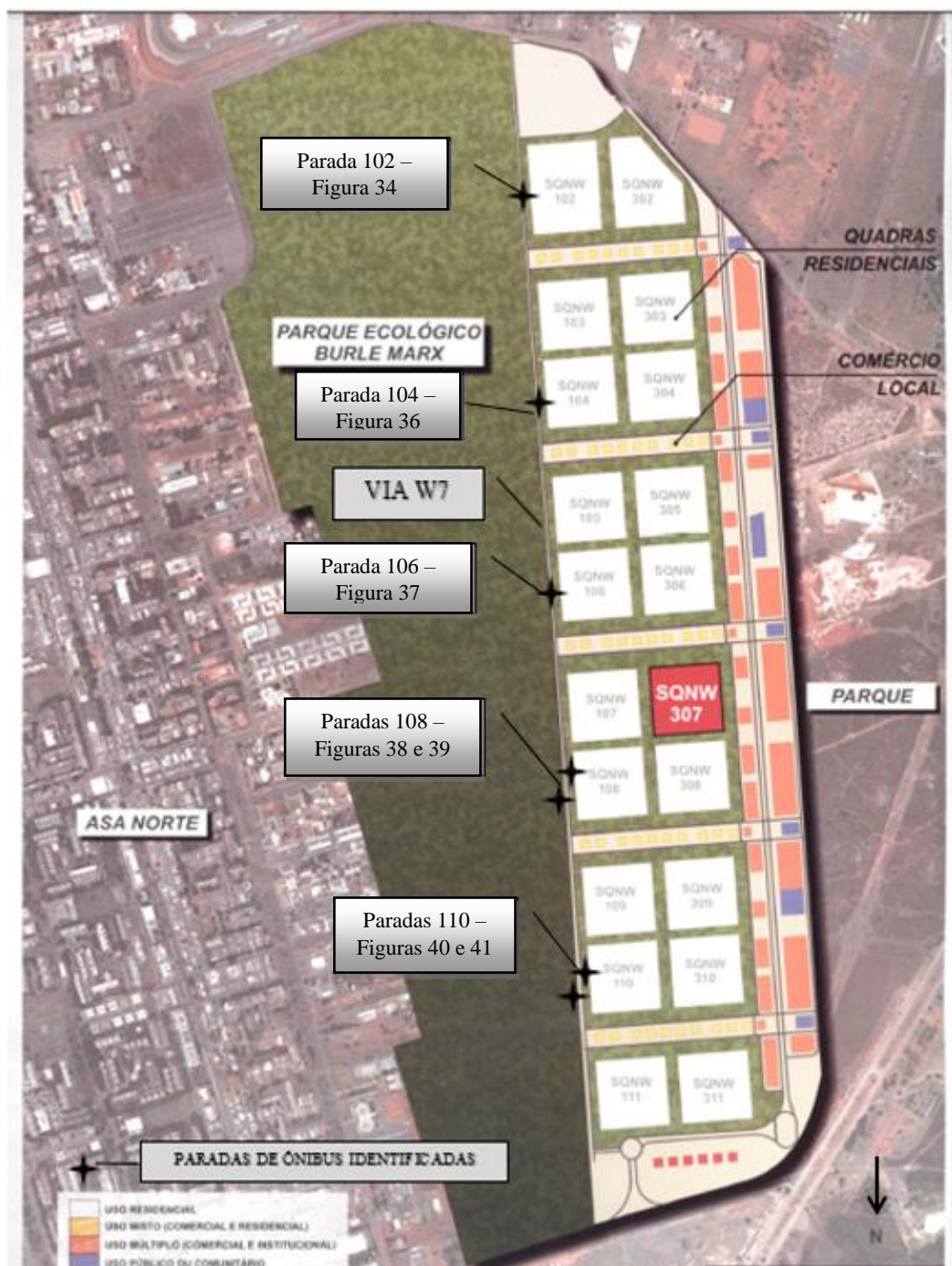


Figura 42 - Marcação das paradas de ônibus nas quadras do Setor Noroeste (Modificado de Caderno Técnico Due Capri, 2011).

Ao chegar ao Setor Noroeste pela pista de ligação do final da W3 Norte e EPIA Norte, observou-se um ônibus da linha 813.2 realizando uma parada indevida na margem da pista na altura do Setor Noroeste para a descida de um passageiro.

Durante a visita, também se observou um ônibus da linha 116.2 – Rodoviária do Plano Piloto/W3-L2 Norte (Setor Noroeste) seguindo na pista principal do Setor Noroeste sentido SQNW 110-SQNW 102 (Figura 43).



Figura 43 - Linha de ônibus 116.2 na Via W7- Rodoviária do Plano Piloto - W3-L2 Norte

Observou-se, também, que as quadras SQNW 102 a SQNW 106 ainda estão em processo de construção, sem edificações prontas até o dia 23/03/2016.

6.2. ENTREVISTA COM FUNCIONÁRIA QUE TRABALHA NO SETOR NOROESTE

Data e hora da entrevista: 11/05/2016 às 11h00.

Atividade: Entrevista por telefone com funcionária que trabalha na quadra SQNW 309.

No dia 11/05/2016, realizou-se uma entrevista por telefone com a funcionária Maria das Candeias (Apêndice A) sobre a utilização de transporte público para chegar ao bairro Noroeste para trabalhar.

Verificou-se que a funcionária não utilizava a linha 116.2 que adentra a via W7 porque essa linha implicaria uma baldeação a mais na rodoviária de Brasília e um custo extra de R\$ 6,00 por dia. Devido à falta de linhas diretas entre as cidades-satélites e o bairro Noroeste, a funcionária Maria das Candeias precisa caminhar desde a parada de ônibus na W3 Norte até a quadra SQNW 309, atravessando pelo parque Burle Marx, que ainda não tem sua infraestrutura consolidada.

Por meio da ferramenta de medição de caminhos do *software* Google Earth Pro, verificou-se que o percurso que a senhora Maria das Candeias precisa andar é de aproximadamente 2,61km (Figura 44).

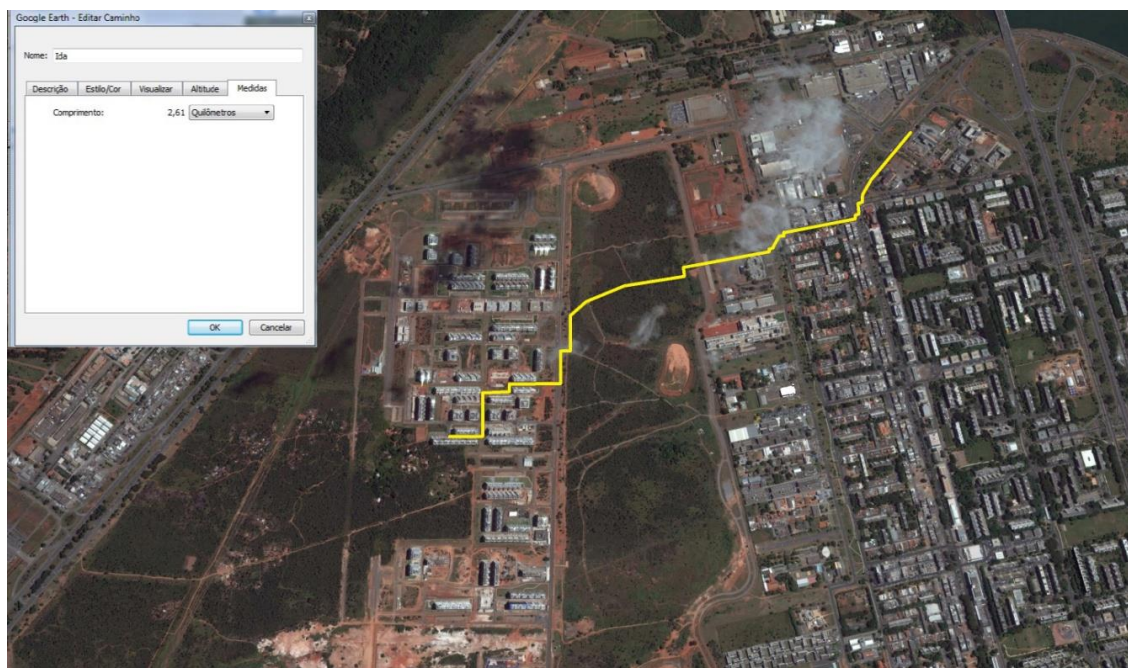


Figura 44 - Distância percorrida da parada de ônibus na W3 Norte à SQNW 309

Similarmente, verificou-se que, caso a funcionária optasse por utilizar a linha de ônibus 116.2 que adentra o bairro Noroeste, o percurso que ela precisaria fazer entre a parada de ônibus na quadra 110 até seu destino, na quadra 309, é de aproximadamente 640m (Figura 45). O que significaria uma redução de aproximadamente 75% no trajeto a ser percorrido a pé.

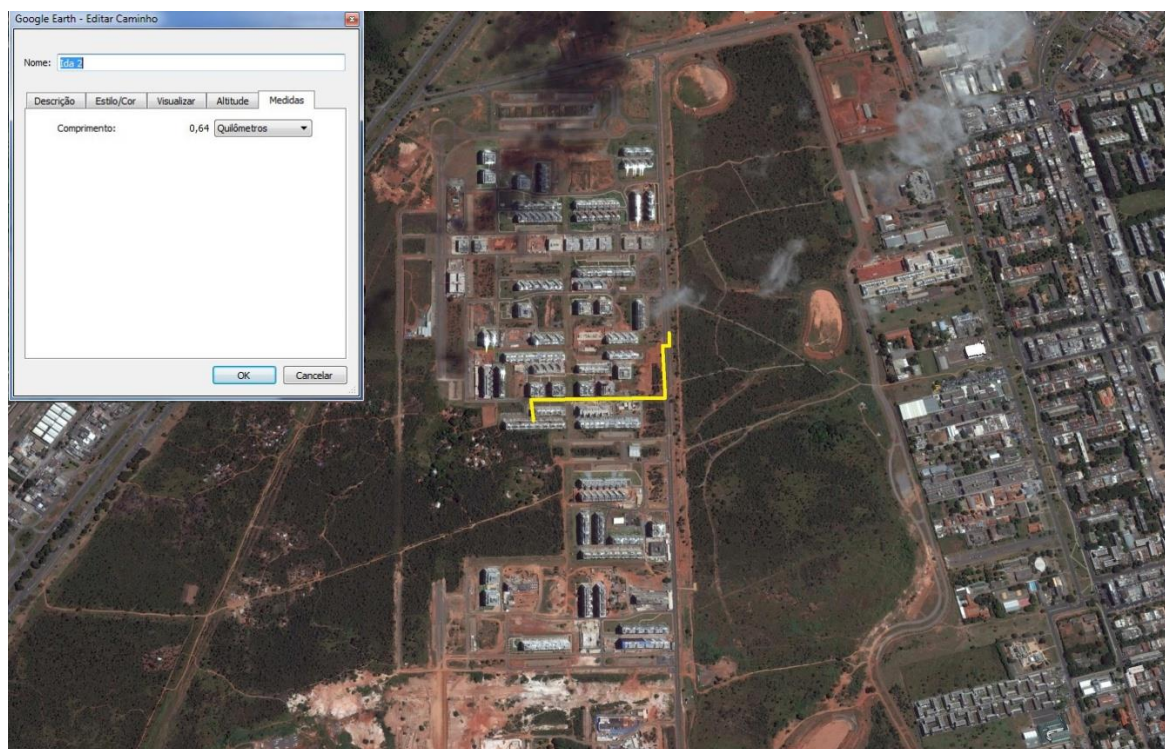


Figura 45 - Distância entre a parada de ônibus na SQNW 110 e a SQNW 309

Um dos fatores apontados pela funcionária para justificar o não-uso da linha que contempla o Noroeste é o custo adicional da passagem de ônibus entre a Rodoviária de Brasília e o Noroeste, já que não há linhas diretas desde São Sebastião. Esse custo seria de R\$ 3,00 a mais por dia (uma vez que na jornada de volta, a empregadora oferece carona até a parada de ônibus com linha direta à São Sebastião).

Outro fator considerado pela funcionária era o tempo gasto esperando a baldeação na Rodoviária de Brasília, visto que a linha 116.2 (Figura 11) não é tão frequente quanto as linhas diretas de São Sebastião (Figuras 46, 47 e 48). Por exemplo, a partir das 07h00 da manhã os ônibus da 116.2 passam apenas de uma em uma hora.

The screenshot displays the DFTrans website interface. On the left, the 'Buscador de Linha' (Line Searcher) section shows the search criteria: 'Tipo de Consulta' set to 'Por Linha', 'QUADRA' as 'AVENIDA SAO SEBASTIAO - I', and 'SETOR' as 'W3 NORTE - BRASILIA'. A list of lines is shown below, with line 0.197 selected. The central part of the image is a map of the Distrito Federal, showing the route of line 0.197 in red. The route starts in the center of Brasília and goes to the north. On the right, the 'Informações da Linha' (Line Information) section provides details: 'Número da Linha: 0.197', 'Nome: São Sebastião (Res. Bosque/Vila São José-100/200)/W3 Norte (Ponte JK)', 'Operadora: VIAÇÃO PIONEIRA', 'Tipo de Transporte: Ônibus', and 'Tarifa: R\$ 4.00'. Below this, the 'Horários nos Pontos Terminais' (Schedules at Terminal Points) section shows the schedule for 'SEG TER QUA QUI SEX' (Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday, Friday) with a departure time of 17:00.

Figura 46 - Linha 0.197 entre São Sebastião Centro e W3 Norte (DFTrans¹¹).

¹¹ Disponível em: <http://www.sistemas.dftrans.df.gov.br/horarios/src/mapas/index>

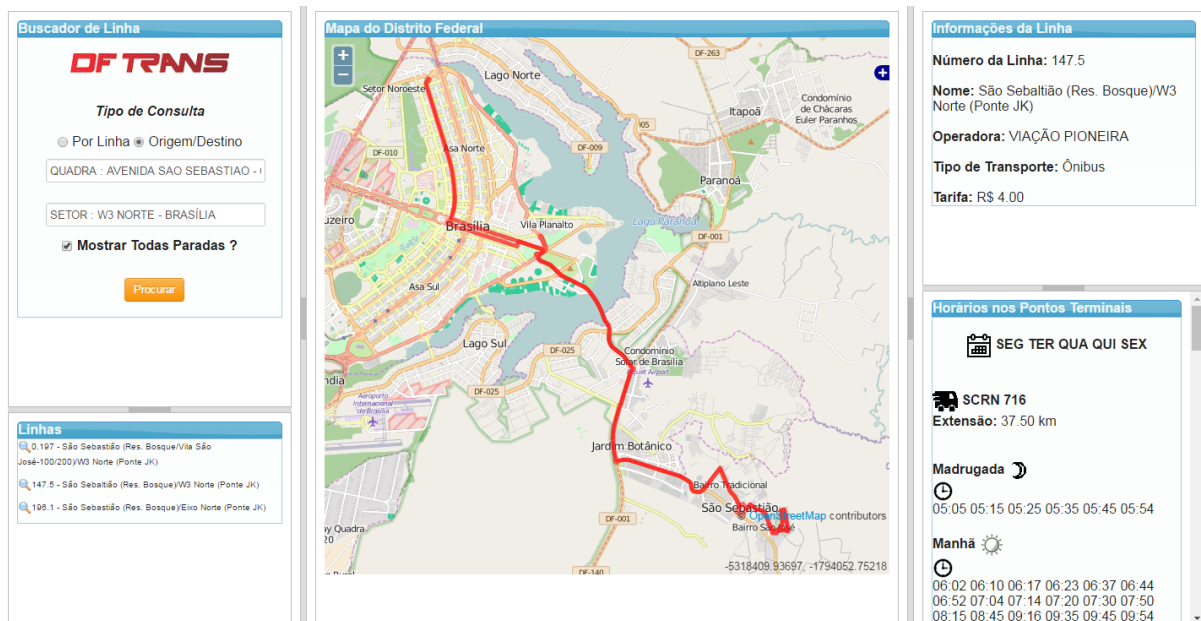


Figura 47 - Linha 147.5 entre São Sebastião Centro e W3 Norte (DFTrans¹²).

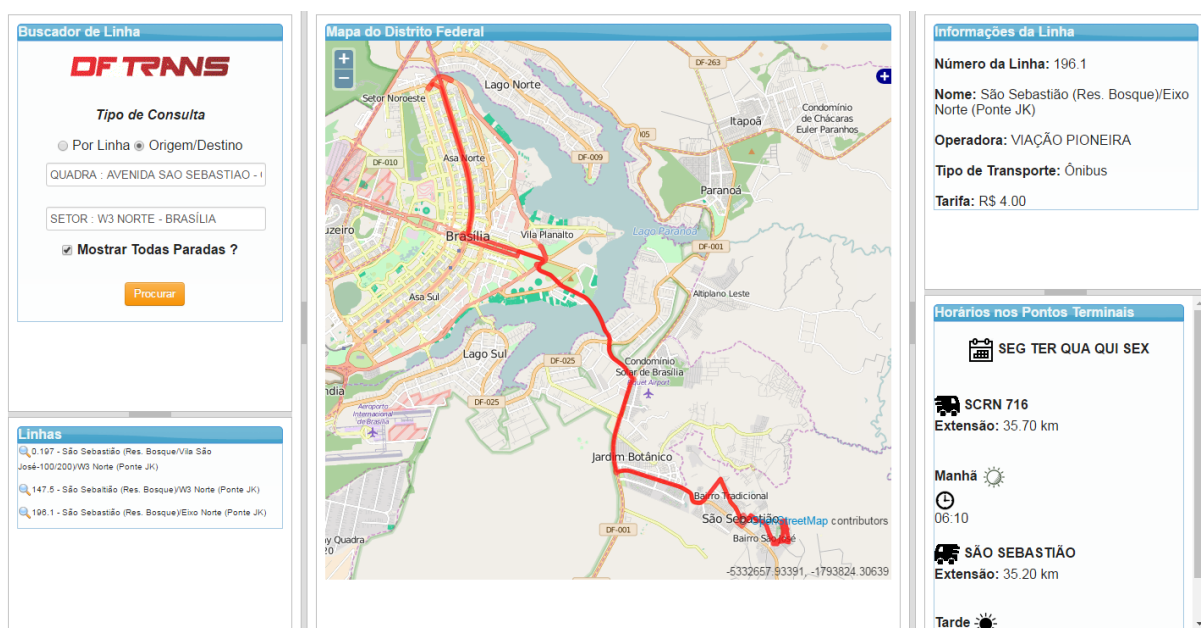


Figura 48 - Linha 196.1 entre São Sebastião Centro e W3 Norte (DFTrans¹³).

¹² Disponível em: <http://www.sistemas.dftrans.df.gov.br/horarios/src/mapas/index>

¹³ Disponível em: <http://www.sistemas.dftrans.df.gov.br/horarios/src/mapas/index>

6.3. EVOLUÇÃO TEMPORAL DO BAIRRO NOROESTE UTILIZANDO IMAGENS OBTIDAS PELO *SOFTWARE* GOOGLE EARTH PRO

O projeto da Área de Expansão Urbana Noroeste, como é referenciada a região onde atualmente é o Setor de Habitações Coletivas Noroeste – SHCNW -, no Estudo de Impacto Ambiental - EIA/2005, inicialmente se denominava Setor Residencial Noroeste e ocupava uma área de aproximadamente 300 hectares e uma população de projeto estimada em 40.000 habitantes (ZIMBRES ARQUITETOS ASSOCIADOS, 2007).

Em 1999, o Governo do Distrito Federal realizou um novo estudo que resultou em uma nova poligonal de análise com 825 hectares. Essa poligonal englobava as áreas do Parque Burle Marx, da encosta direita do Ribeirão Bananal, da área destinada ao setor residencial e do Camping (Setor de Recreação Pública) (TERRACAP, 2005).

O processo de licenciamento que trata do setor é o de número 191.000070/1997. Foi realizado Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA em 2004.

Em 2009, foi elaborado o Plano de Gestão Ambiental de Implantação – PGAI pela TERRACAP. Já em 2010, o IBRAM expediu a Licença de Instalação nº 033/2010 que se encontra vigente (TERRACAP, 2012).

Para fins de análise da evolução temporal do sistema de transporte público no Setor Noroeste, selecionou-se uma imagem aérea por ano, desde 2008 e levou-se em consideração nessa seleção a qualidade de imagem, a ausência de nuvens, sombras e a disponibilidade de datas do Google Earth Pro, a fim de ter intervalos os mais regulares possíveis (Figuras de 49 a 57). As imagens foram salvas com resolução de 4800x3262.

Verificou-se pelas imagens que a via que viria a ser denominada W7, e onde atualmente existe o fluxo principal de transporte, já existia de forma primitiva desde antes da autorização para construção do bairro, em 2010.

Em 2011, verificou-se pela Figura 52 que o processo de pavimentação asfáltica já abrangia boa parte das quadras 10 e 11 e a delimitação das vias locais também estava em estágio avançado, principalmente nas quadras 10 e 11.

A partir de 2014, verificou-se que a maior parte da implantação do bairro estava consolidada, inclusive as vias locais entre a maioria das quadras. Verificou-se também, pela Figura 57, de 2016, que das três vias principais planejadas para o Setor Noroeste (W7, W8 e W9) apenas a W7 estava definida, asfaltada e consolidada no Setor.

Essas três vias, de orientação Norte-Sul, estavam planejadas para atravessar todo o bairro e interligá-lo ao Eixo Monumental e à EPIA.

O atual transporte público que atende o Noroeste utiliza apenas a Via W7, limítrofe com o Parque Bule Marx e as paradas de ônibus se dispõem nos dois lados da via.



Figura 49 - Imagem do dia 06/10/2008 obtida no *software* Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.



Figura 50 - Imagem do dia 05/08/2009 obtida no *software* Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.



Figura 51 - Imagem do dia 23/04/2010 obtida no *software* Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.



Figura 52 - Imagem do dia 30/08/2011 obtida no *software* Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.



Figura 53 - Imagem do dia 28/12/2012 obtida no *software* Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.



Figura 54 - Imagem do dia 20/09/2013 obtida no *software* Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.



Figura 55 - Imagem do dia 28/11/2014 obtida no *software* Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.



Figura 56 - Imagem do dia 13/08/2015 obtida no *software* Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.



Figura 57 - Imagem do dia 15/04/2016 obtida no *software* Google Earth Pro. Resolução 4800x3262.

6.4. RESULTADOS DO SPRING NA REGIÃO DO SETOR NOROESTE E GERAÇÃO DE MAPAS.

Nesse capítulo serão apresentados os resultados dos processos desenvolvidos no SPRING, as cartas geradas e a análise das tabulações cruzadas.

6.4.1. MODELOS NUMÉRICOS DO TERRENO

Utilizando a metodologia do Capítulo 5, gerou-se a Carta de Hipsometria, que pode ser observada na Figura 58.

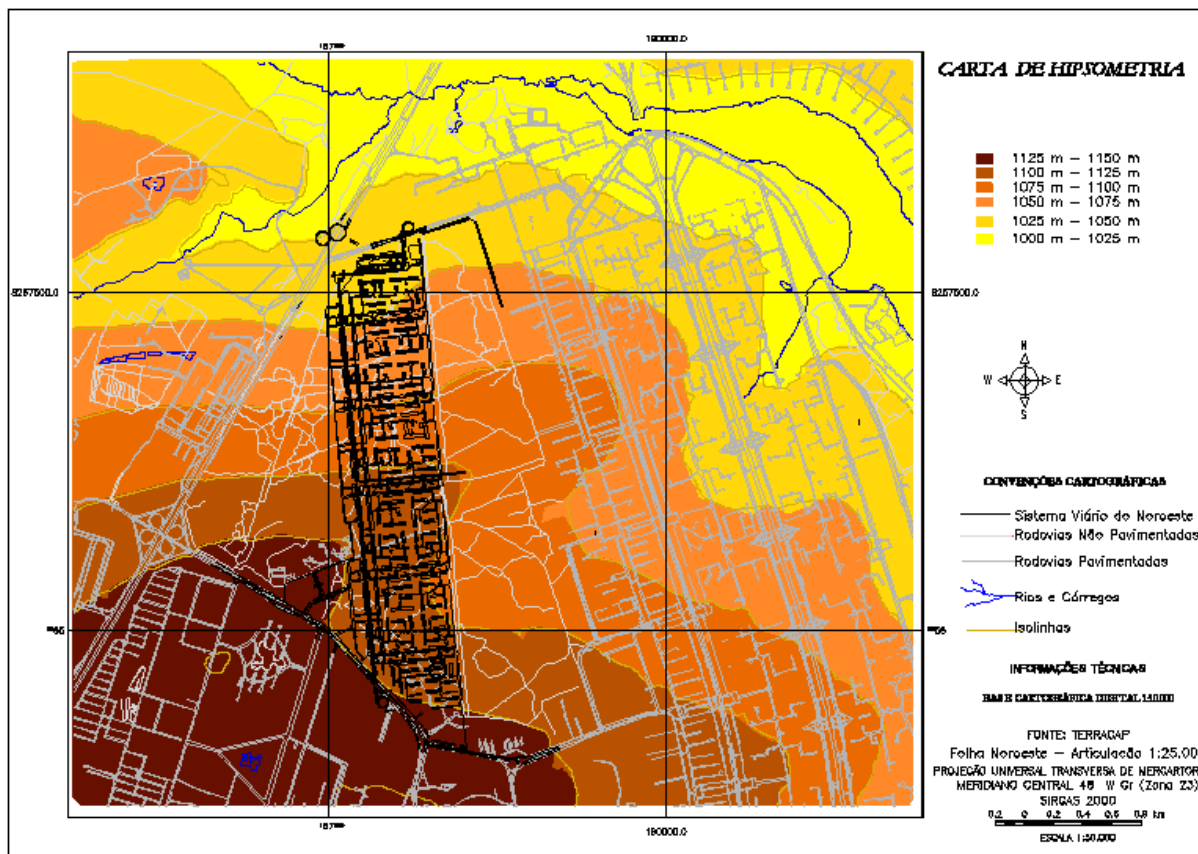


Figura 58 - Carta de Hipsometria

A partir da categoria Topografia e da grade retangular no PI "CN_TODAS", foi possível fazer o perfil topográfico da via W7 (no sentido norte/sul) e o perfil transversal ao Setor Noroeste (no sentido oeste/leste), conforme as Figuras 59 e 60.

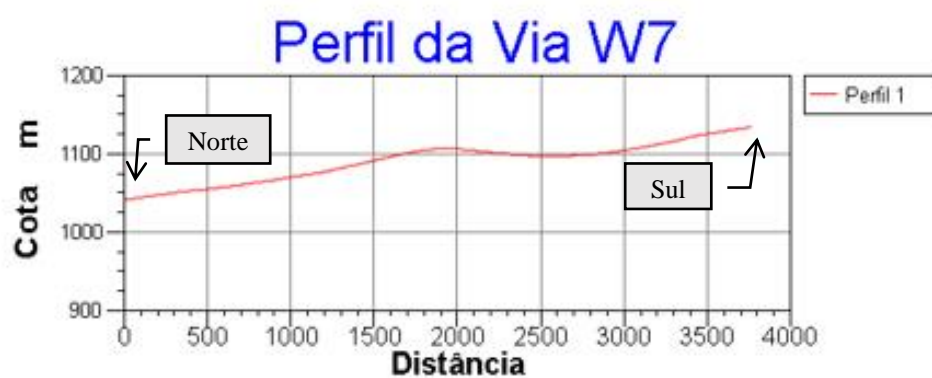
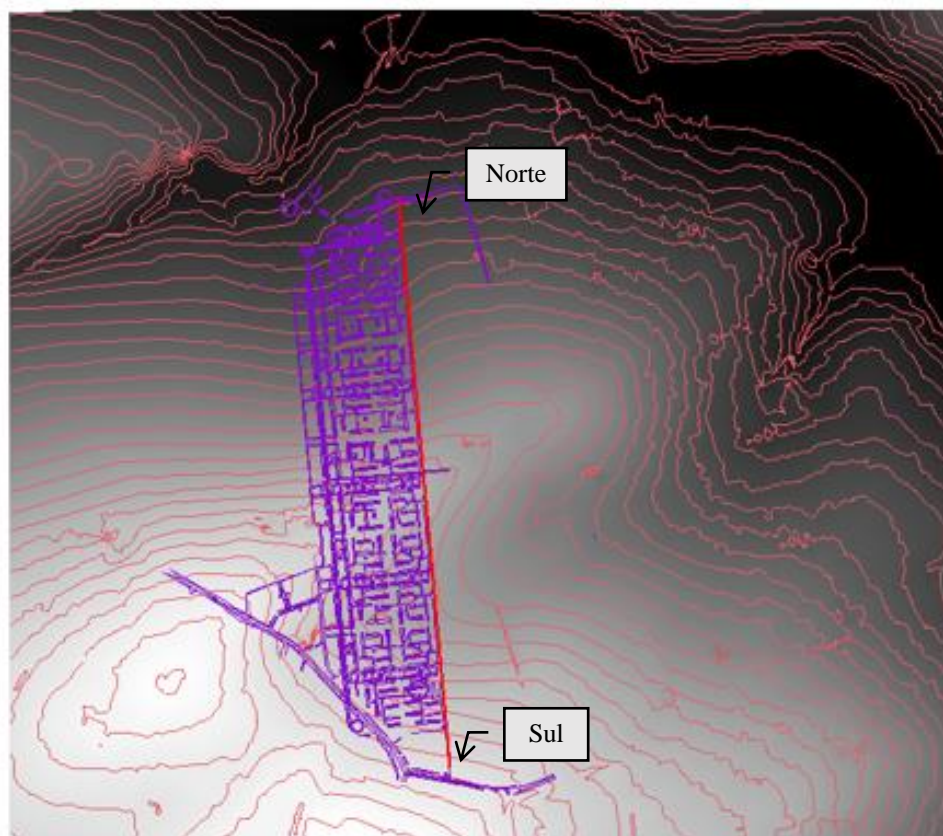


Figura 59 - Perfil da Via W7.

Pode-se observar que a variação de cota do perfil da Figura 59 foi de aproximadamente 100 m ao longo dos 4 km da via W7.

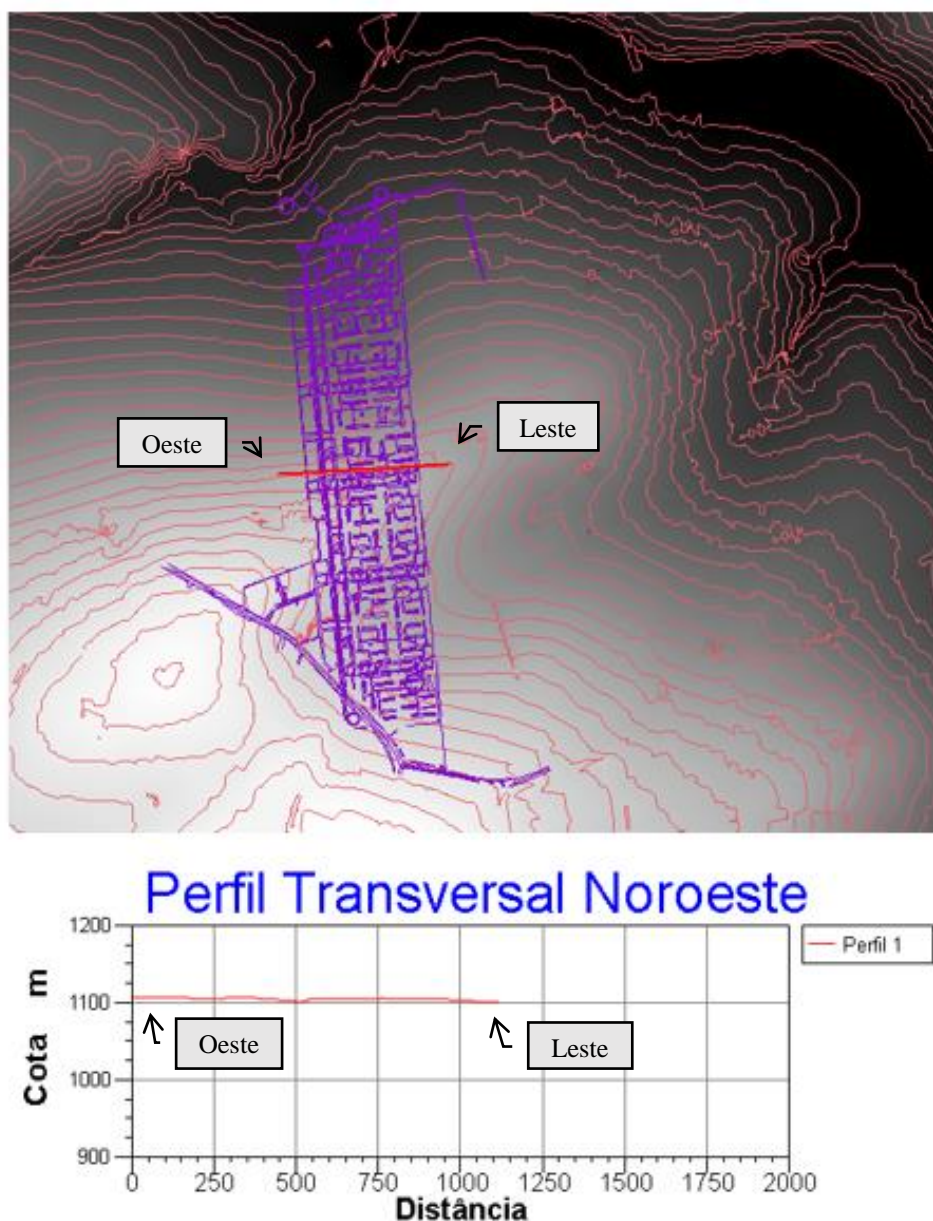


Figura 60 - Perfil Transversal ao Setor Noroeste.

Deste perfil, observou-se que a variação de cota foi de aproximadamente 10 m e também que perfis perpendiculares à via W7 praticamente não possuem variação altimétrica, o que é explicado pela carta de Hipsometria (Figura 58), onde o setor Noroeste é dividido transversalmente por regiões de mesma altitude. Como as paradas de ônibus se encontram distribuídas ao longo da Via W7, uma pessoa que tenha que adentrar o bairro provavelmente não sofrerá com um percurso inclinado.

A partir do TIN criado anteriormente, foi gerado também o mapa de declividades. Inicialmente criou-se uma nova categoria temática na qual se definiu as classes temáticas plano, suave ondulado, moderado ondulado, ondulado, forte ondulado e montanhoso, baseadas nas

classes de relevo do Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2005). Em seguida, procedeu-se o fatiamento do MNT de declividade, como foi feito anteriormente para a hipsometria, e por fim foi feita a associação das fatias com as classes, resultando no mapa de declividades que pode ser observado na Figura 61.

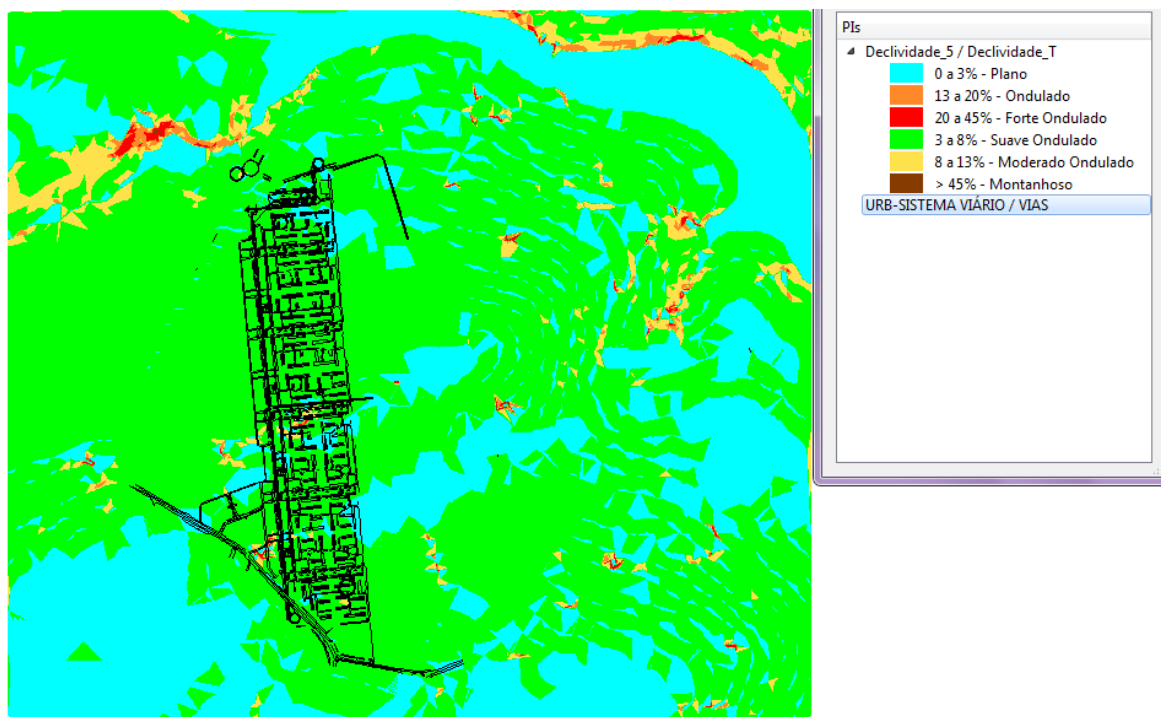


Figura 61 - Mapa de Declividades.

Com base no mapa acima, observa-se que a maior parte do Setor Noroeste se encontra em terreno Suave Ondulado, o que também pode ser aferido pelos perfis topográficos nos quais não se identifica grandes variações de relevo ao longo da via W7 e ao longo do bairro. A Carta de Declividades se encontra no Apêndice C.

6.4.2. MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO E MAPA DE DISTÂNCIAS – BUFFER

A partir da metodologia de geração de cartas pelo Scarta, gerou-se a Carta de Uso e Cobertura do Solo, conforme a Figura 62.

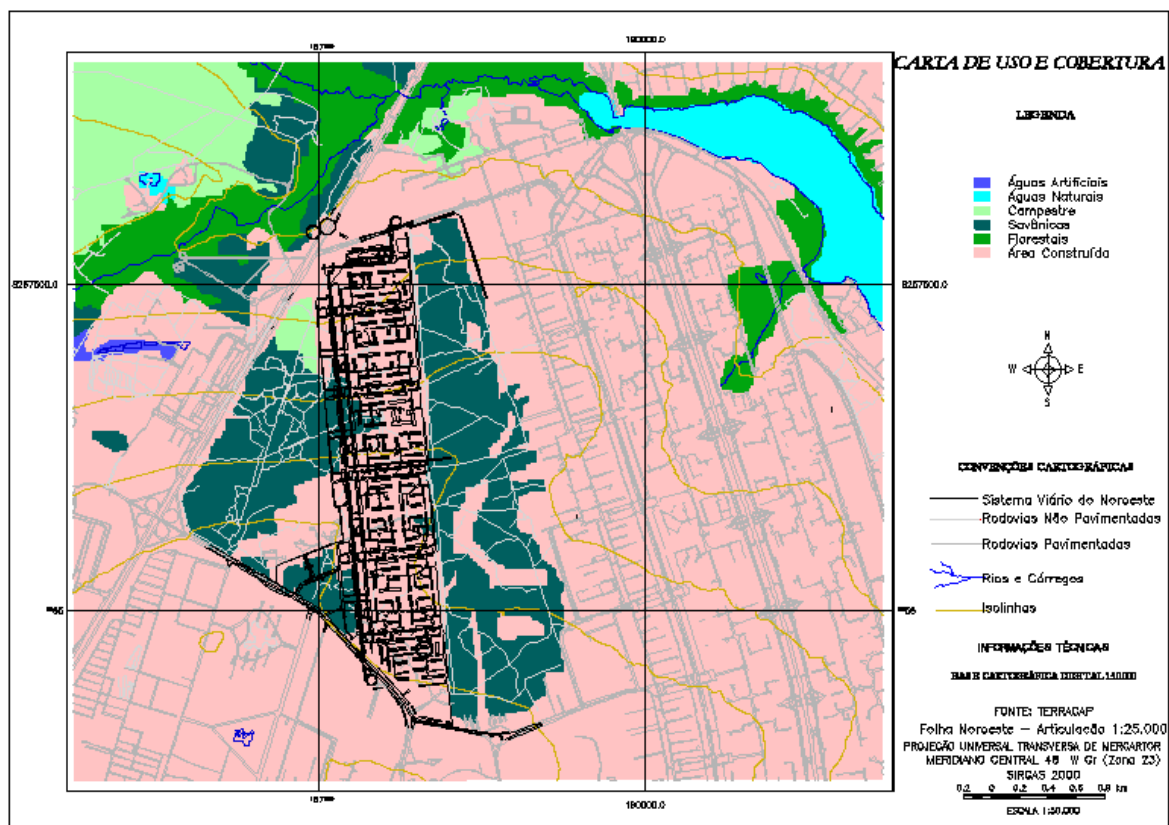


Figura 62 - Carta de Uso e Cobertura do Solo

Dessa carta é possível observar que a região estudada se encontra com dois usos predominantes: área construída e vegetação savânica, o que é coerente com o uso real observado no Noroeste. O parque Burle Marx e o Parque Nacional estão bem delimitados na Carta de Uso e Cobertura, e sua vegetação tipo Cerrado é classificada como Savânica segundo o IBGE.

Para a criação do Mapa de Distâncias – Buffer das paradas de ônibus existentes, planejadas e da via W7, criou-se dentro da categoria temática “Paradas_Noroeste” as classes “Existentes”, “Planejadas” e “W7”. Na edição vetorial, associou-se às linhas dos PI’s referentes a cada tipo de parada e a via a sua respectiva classe.

Criou-se então uma categoria temática chamada “Dist_Paradas” e as classes com a divisão de acordo com a Figura 63.

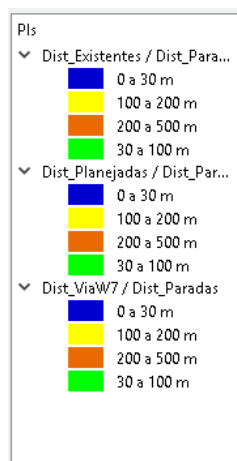


Figura 63 - Classes da categoria Dist_Paradas.

Usando os dados temáticos e o comando Temático-Mapa de Distâncias, fez-se a “definição de fatias”, “associação de fatias” e “fatiamento” do PI. Com isso, o resultado já gera um PI Temático e pode ser observado nas Figuras 64, 65 e 66.



Figura 64 - Mapa de Distâncias/Buffer das Paradas Existentes.



Figura 65 - Mapa de Distâncias/Buffer das Paradas Planejadas.



Figura 66 - Mapa de Distâncias/Buffer da Via W7.

Por meio desses mapas de distância foi possível identificar que atualmente o abastecimento de transporte público no Setor Noroeste está totalmente concentrado na via W7, e essa distribuição desigual gera inconvenientes para os moradores e trabalhadores que têm suas atividades nas quadras a oeste do bairro. Soma-se a essa situação o fato de que duas das três

principais vias que deveriam atravessar o bairro de norte a sul e permitir a integração do transporte com os bairros circundantes não terem sido construídas ainda. De fato, essas quadras mais distantes da Via W7 seriam aquelas mais abastecidas com o transporte público, segundo o projeto urbanístico, porque contariam com toda a estrutura da via W9, com faixas exclusivas para ônibus e previsão para o sistema BRT Expresso. As cartas das distâncias das paradas de ônibus e da Via W7 estão nos Apêndices E, F e G.

6.4.3. OPERAÇÕES CARTOGRÁFICAS

O SPRING permite a realização de uma série de operações cartográficas que são importantes para a interpretação dos dados constantes nos mapas que são gerados ao longo do projeto. Foram utilizadas duas funções para a análise do transporte público no Setor Noroeste: as medidas de classes e a tabulação cruzada.

A partir do comando “medidas de classes” obtiveram-se os dados das Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Medidas de Classes das Paradas Existentes.

Plano de Informação: Dist_Paradas/Dist_Existentes	
Representação: Imagem Temática	
Classes	Área (mxm)
0 a 30 m	19800
30 a 100 m	149400
100 a 200 m	486900
200 a 500 m	2501100
Área total das classes: 3157200 m ²	

Tabela 3 - Medidas de Classes das Paradas Planejadas.

Plano de Informação: Dist_Paradas/Dist_Planejadas	
Representação: Imagem Temática	
Classes	Área (mxm)
0 a 30 m	110700
30 a 100 m	818100
100 a 200 m	1812600
200 a 500 m	3726000
Área total das classes: 6467400 m ²	

Observa-se que a maior parte da área é referente à classe 200 a 500m, porque esta possui o maior intervalo e por isso é a mais abrangente. Também se pode notar que a área total das classes das paradas planejadas é praticamente o dobro da área de abrangência total das paradas existentes. Esses fatos são observados pelas Figuras 64 e 65.

Por meio do comando Temático-Tabulação Cruzada, cruzou-se os dados das Paradas Existentes x Uso e Cobertura do Solo, da Declividade x Uso e Cobertura do Solo e Paradas Existentes x Declividade, conforme as tabelas 4, 5 e 6.

Tabela 4 - Tabulação Cruzada da Distância das Paradas Existentes com o Uso e Cobertura

Tabulação cruzada de áreas (em kmxkm):		
Plano-1 (nas linhas): Dist_ Existentes		
Plano-2 (nas colunas): Classificacao_final_30		
	Área Construída	Savânicas
0 a 30 m	0,0198	0,0000
30 a 100 m	0,1476	0,0018
100 a 200 m	0,3861	0,1008
200 a 500 m	1,5327	0,9684

Tabela 5 - Tabulação Cruzada do Uso e Cobertura do Solo com as Declividades.

Tabela cruzada de áreas (em KmxCm):						
Declividades	Área Construída	Florestais	Savânicas	Campestre	Naturais	Artificiais
0 a 3% - Plano	7,4093	1,0879	0,7067	0,3295	1,1197	0,0000
3 a 8% - Suave Ondulado	16,0904	0,9279	3,5739	1,2305	0,0092	0,0792
8 a 13% - Moderado Ondulado	0,5182	0,4632	0,0539	0,0546	0,0019	0,0000
13 a 20% - Ondulado	0,0779	0,1130	0,0107	0,0267	0,0000	0,0000
20 a 45% - Forte Ondulado	0,0277	0,0365	0,0064	0,0182	0,0000	0,0000
> 45% - Montanhoso	0,0028	0,0001	0,0003	0,0008	0,0000	0,0000

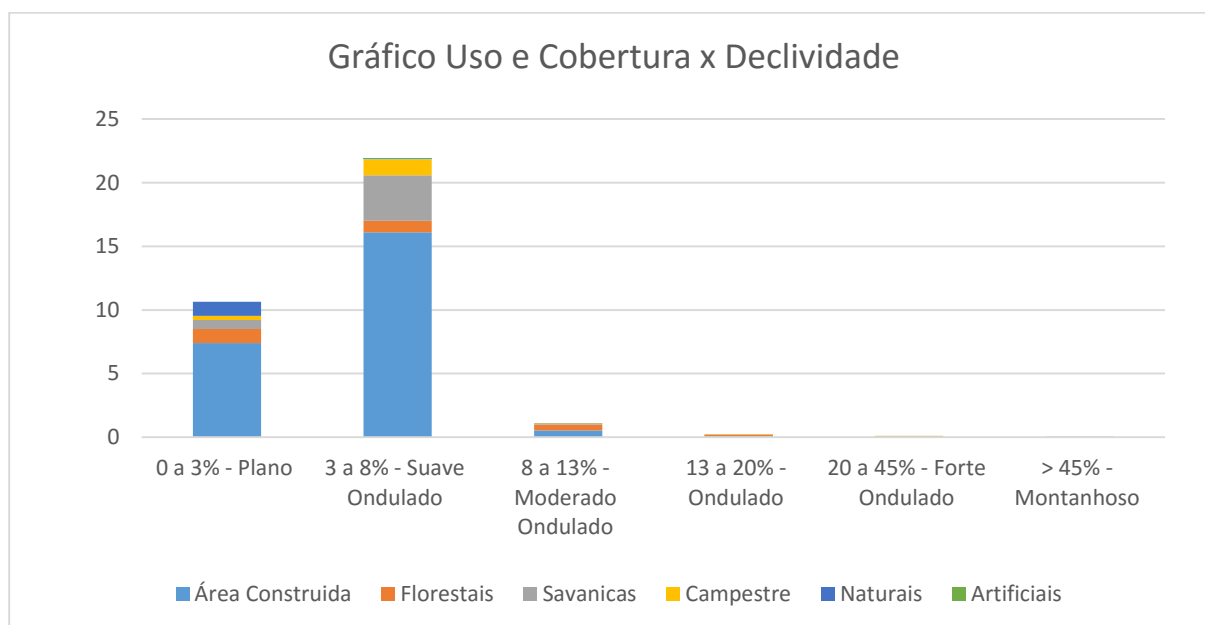


Figura 67 - Gráfico do Uso Cobertura x Declividade.

Tabela 6 - Tabulação Cruzada da Distância das Paradas Existentes com a Declividade.

Tabulação cruzada de áreas (em Km²):					
Plano-1 (nas linhas): Dist. existentes_5					
Plano-2 (nas colunas): Declividades_T_5					
Classes	0 a 3% - Plano	3 a 8% - Suave Ondulado	8 a 13% - Moderado Ondulado	13 a 20% - Ondulado	20 a 45% - Forte Ondulado
0 a 30 m	0,0036	0,0162	0,0000	0,0000	0,0000
30 a 100 m	0,0254	0,1240	0,0000	0,0000	0,0000
100 a 200 m	0,0937	0,3941	0,0001	0,0000	0,0000
200 a 500 m	0,3806	2,1283	0,0205	0,0034	0,0016

A partir dessas tabelas foi possível observar que nas proximidades das paradas de ônibus o uso predominante do solo é urbano-áreas construídas, o que pode ser confirmado pelas imagens em alta definição do Google Earth Pro. Na medida em que se afasta das paradas, observou-se o aumento da cobertura do solo da classe Savânica, o que também era esperado considerando a vegetação tipo cerrado do parque Burle Marx que está ao lado leste da parte edificada do Bairro Noroeste.

Observa-se também que a maior parte do Noroeste encontra-se em terreno Suave Ondulado ou Plano, sendo o uso predominantemente urbano/construído, fato esse que também

havia sido observado pelas imagens do Google Earth Pro, indicando que a metodologia utilizada no uso do SPRING foi coerente com os resultados observados nas imagens de satélite.

6.5. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO E COMPARAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL COM O PROPOSTO PELA TERRACAP E PELO PROJETO URBANÍSTICO.

Observa-se, pelos mapas obtidos na seção 6.4, que a distribuição das paradas de ônibus se dá atualmente apenas na via W7, o que contraria o projeto urbanístico aprovado para o bairro, o qual determina a distribuição das paradas principalmente na via W9, para fazer a interligação do Noroeste com a EPIA e o Terminal da Asa Norte.

Essa é uma previsão do Programa Brasília Integrada, que ainda não foi implementado. No primeiro semestre de 2016, o Governo do Distrito Federal anunciou o programa Circula Brasília¹⁴, o qual previa 80 ações no setor de mobilidade urbana, com o custo de R\$ 6 bilhões, com o intuito de desafogar o trânsito nas vias de Brasília. Nesse programa, os projetos do Expresso Norte e Expresso Noroeste foram contemplados e prevê-se a ampliação do metrô à Asa Norte, o BRT e a ligação do Terminal Norte via EPIA no Noroeste (Figura 68).

¹⁴ Disponível em: <http://www.agenciabrasilia.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2016/05/acoes-e-cronograma-do-programa-de-mobilidade-urbana.pdf>



Figura 68 - Programa Circula Brasília (Agência Brasília, 2016).

Como se pode observar pelos mapas deste capítulo e pelos apêndices B, C, D, E, F, G e H, o sistema de transporte público encontra-se incompleto. Pela tabulação cruzada entre o plano de informação das paradas de ônibus existentes com o uso e cobertura do solo, verificou-se que as paradas de ônibus encontram-se em terreno urbano construído. Pela tabulação das paradas existentes com as declividades, observou-se que como a maior parte das áreas de influência das paradas de ônibus encontra-se em terreno Suave Ondulado, o que sugere um desconforto menor ao atravessar o bairro.

O bairro, de 243 hectares, teve um investimento em infraestrutura de R\$ 400 milhões, segundo a Associação de Moradores do Setor Noroeste¹⁵. A população de projeto utilizada no projeto urbanístico é de 40 mil habitantes. O número de prédios planejados é de 220 e o número de apartamentos é de cerca de 15 mil.

Segundo o Memorial Descritivo da proposta de criação do Setor de Habitações Coletivas Noroeste – SHCNW, elaborado pelo escritório Zimbres Arquitetos Associados (2008) e disponibilizado para esse trabalho pela direção da Associação dos Moradores do Setor Noroeste – AMONOR, o sistema de transporte coletivo constitui o principal elemento de estruturação da via W9, uma vez que esta deveria operar em faixa reservada do fluxo veicular

¹⁵ Disponível em: <http://www.amonor.com.br/#!/sobreobairro/cas8>

com total prioridade sobre os demais meios de circulação. Essa via, como observado nas Figuras 49 a 57 e na Figura 69, não foi concluída.

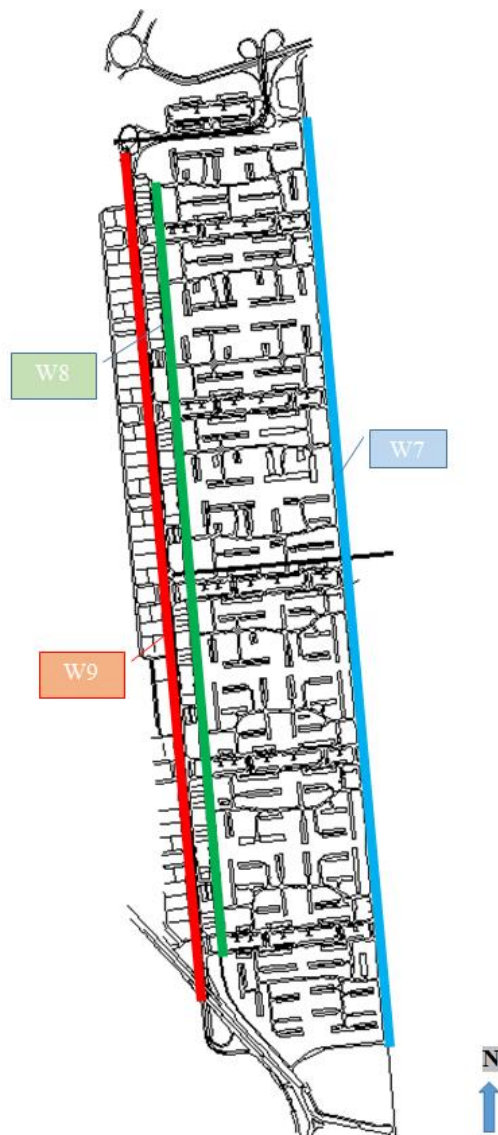


Figura 69 - Vias Principais do Noroeste (Modificado de AMONOR, 2015).

Como a via W9 não está operacional, todo o sistema de transporte público atualmente está concentrado na via W7, que também corta o bairro de Norte a Sul e foi planejada como uma via coletora, de hierarquia inferior à W9. Na W7, conforme a Figura 64 da seção anterior, verificou-se que existem sete paradas de ônibus distribuídas nas quadras 102, 104, 106, 108 e 110. Por meio da ferramenta de mapa de distâncias do SPRING foi possível diagnosticar que as paradas de ônibus existentes não estão bem distribuídas, o que faz com que os moradores e funcionários dos blocos mais a oeste das quadras 300 fiquem prejudicados quanto ao abastecimento do transporte público, tendo que percorrer distâncias superiores a 500m para

chegar às paradas na W7. Segundo o Memorial Descritivo do bairro, as paradas de ônibus deveriam estar dispostas a distâncias regulares variando entre 300m e 500m.

Segundo o projeto urbanístico disponibilizado pela AMONOR (2015), existe a previsão de construção de 42 paradas de ônibus com abrigo ao longo do sistema viário principal. Atualmente, existem apenas 7 paradas e, destas, apenas 4 possuem abrigo, sendo que as demais estão sinalizadas apenas com uma placa, conforme as figuras do seção 6.1. Segundo o PGAI (2009), os pontos de parada de transportes coletivos devem ser “protegidos das intempéries e iluminados, com avisos dos horários de ônibus e rotas, a fim de incentivar a utilização deste transporte, reduzindo a poluição causada pelos veículos particulares”. Esse pré-requisito de sustentabilidade não foi observado em nenhuma das paradas de ônibus existentes. Por outro lado, as paradas de ônibus existentes estão localizadas em pontos definitivos, segundo a planta em CAD do projeto urbanístico, além dos recuos também já estarem delimitados, o que é um ponto positivo no desenvolvimento urbanístico do bairro, porque evita futuras demolições.

Quanto ao número de linhas, segundo DFTrans, atualmente, a única linha que abastece o Setor Noroeste é a 116.2, que atende às paradas na via W7. Segundo itinerário dessa linha¹⁶, ela possui sete horários de saída de manhã, seis horários de tarde e apenas um à noite, conforme pode ser verificado na Figura 11 da seção 4.5. Esse atendimento está muito aquém do estabelecido no PGAI, que estabelece a disponibilização de transporte público diário para localidades externas ao Noroeste, na Av. W9, para garantir um número de viagens (ida e volta = 2 viagens) mínimo de 350, de forma a reduzir a utilização de automóveis. Também não foi identificado o serviço de transporte com micro-ônibus com destino ao centro comercial do próprio empreendimento, com pelo menos cinco viagens diárias nos horários de pico de dias úteis, citado no item 13 dos pré-requisitos de sustentabilidade do PGAI (2009).

¹⁶ Disponível em: <http://www.sistemas.dftrans.df.gov.br/horarios/src/mapas/index>

7. CONCLUSÕES

O trabalho desenvolvido no Projeto Final 2 trata da aplicação das ferramentas de geoprocessamento por meio do *software* SPRING sobre uma imagem georreferenciada obtida pela série Landsat 8 e a geração de mapas que serviram de base para o diagnóstico do sistema de transporte público no Setor Noroeste – Brasília/DF e a posterior comparação da situação atual com o estabelecido pela Terracap e pelo projeto de urbanização do bairro.

As linhas de transporte público atualmente disponibilizadas pelo DFTrans para atender ao Setor Noroeste foram levantadas e entrevistou-se a funcionária de uma residência na quadra 309 do setor Noroeste sobre a disponibilidade do transporte público na região. Essa entrevista foi esclarecedora sobre as opções de quem precisa ir ao bairro, usando o transporte público. Observou-se a necessidade de se percorrer uma grande distância a pé ou o dispêndio de tempo e dinheiro a mais para tomar o ônibus direto para o Noroeste a partir da Rodoviária de Brasília.

O diagnóstico revelou que o número de paradas existentes é muito menor do que foi planejado, principalmente porque o projeto urbanístico do Noroeste tinha o transporte público como uma das suas diretrizes principais para alcançar o conceito de “Bairro Verde” amplamente divulgado pelas construtoras e pela Terracap. Como consequência, os moradores e funcionários que utilizam o transporte público precisam andar grandes distâncias devido a esse número deficitário de paradas de ônibus disponíveis, caso o destino esteja no final das quadras 300 ou no comércio local.

Além disso, a deficiência no abastecimento das linhas de ônibus pode ser explicada pelo fato de que, das quatro vias que atravessariam o bairro de Norte a Sul (vias W7, W8, W9 e W10), apenas a W7 está asfaltada e consolidada no bairro. O projeto principal de abastecimento de transporte público está planejado para a Via W9, porém, esta possui apenas alguns trechos definidos que não estão interligados entre si e nem recebem o tráfego de veículos. Isso gera um sobrecarregamento da via W7 em horários de pico e oferece poucas alternativas para os moradores e trabalhadores da região.

Os resultados do presente estudo demonstram que a implantação imobiliária se estabeleceu antes da consolidação da estrutura viária e do abastecimento do transporte público pelo DFTrans. Esse fato gera transtornos para os moradores que investiram nos imóveis e não sabiam que as cercanias urbanas não estariam prontas junto com a entrega das chaves dos imóveis. Uma contribuição importante do presente projeto foi a demonstração da eficiência do

uso de ferramentas SIG, no caso o SPRING, para analisar elementos como a uso e ocupação do solo, distâncias, declividades, além de gerar mapas capazes de fornecer dados e informações necessários para a execução de diagnósticos que podem fundamentar ações de planejamento urbano.

Para trabalhos futuros, a fim de se obter um diagnóstico mais abrangente, sugere-se: a ampliação do universo da pesquisa com mais dados de pessoas em outros horários (horário de pico, horário de almoço); verificação da dinâmica do fluxo referente ao comércio local, acrescentando entrevistas com trabalhadores que moram em outras localidades para definir as dificuldades encontradas quanto ao deslocamento. A utilização dos materiais (Anexos A e B) obtidos durante a realização do presente projeto, referentes às tipologias das edificações podem ser úteis em trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, P. S. E. A. **Princípios da Cartografia Básica**. [S.l.]: [s.n.], 1982.

BRAGA, R. CIDADE: ESPAÇO DA CIDADANIA. In: GIOMETTI, A. B. R.; BRAGA, R. **Pedagogia Cidadã: Cadernos de Formação: Ensino de Geografia**. São Paulo: UNESP - PROPP, 2004. p. 105 a 120.

BRASIL. LEI No 10.257, DE 10 DE JULHO DE 2001. **Casa Civil**, 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 11 dezembro 2015.

BRASIL. **Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadão**. Brasília. 2002.

CÂMARA LEGISLATIVA DO DISTRITO FEDERAL. **LEI Nº 407, DE 7 DE JANEIRO DE 1993**. Brasília. 1993.

CÂMARA LEGISLATIVA DO DISTRITO FEDERAL. **LEI Nº 4.011, DE 12 DE SETEMBRO DE 2007**. Brasília. 2007.

CÂMARA, G. et al. SPRING: INTEGRATING REMOTE SENSING AND GIS BY OBJECT-ORIENTED DATA MODELLING. **Computers & Graphics**, Brazil, p. 395-403, 1996.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; VIEIRA MONTEIRO, A. M. **INTRODUÇÃO À CIÊNCIA DA GEOINFORMAÇÃO**. São José dos Campos: Ministério da Ciência e Tecnologia - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001.

CIAM - CONGRESSO INTERNACIONAL DE ARQUITETURA MODERNA. **Carta de Atenas**. Atenas. 1933.

COMPANHIA IMOBILIÁRIA DE BRASÍLIA - TERRACAP. **Gerenciamento da implementação do Plano de Gestão Ambiental de Implantação – PGAI**. Brasília. 2012.

COSTA, G. G. D. **A Cartografia nos planos diretores do Distrito Federal**. Paraty. 2011.

DANTAS, A. G. M. D. F. **O sistema viário de Brasília e os problemas da integração de um novo bairro na cidade: o Ecovila Setor Noroeste**. Revista Geográfica de América Central. Costa Rica: [s.n.]. 2011. p. 15.

DPI. Componentes Principais. **INPE**, 2006. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/compon.html>>. Acesso em: 20 junho 2016.

DPI. Processamento de Imagens. **INPE**, 2006. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_pro.html>. Acesso em: 20 junho 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, p. 91. 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Embrapa Monitoramento por Satélite. **Satélite Landsat**, 2004. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br/txt/landsat.htm#missao>>. Acesso em: 28 fev. 2016.

PAVIANI, A. Brasília, metrópole incompleta. **Vitruvius**, Brasília, 02 julho 2002. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/02.024/2058>>. Acesso em: 15 novembro 2015.

PAVIANI, A. Urbanização no Distrito Federal. **Vitruvius**, Brasília, 07 setembro 2006. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/07.074/1940>>. Acesso em: 15 novembro 2015.

PAVIANI, A. GEOGRAFIA URBANA DO DISTRITO FEDERAL: EVOLUÇÃO. **Espaço & Geografia**, 2007. 22.

PEREIRA, G. C.; SILVA, B. C. GEOPROCESSAMENTO E URBANISMO. In: MENDES, L. H. D. O. G. E. I. A. **Teoria, Técnica, Espaços e Atividades Temáticas de Geografia Contemporânea**. [S.l.]: [s.n.], 1999. p. 41.

QUADROS, F. R. D. **Planejamento Urbano do Distrito Federal**. Brasília. 2001.

RODRIGUES, A. F. et al. **AValiação Geotécnica e Ambiental da Zona de Influência do Duto Petrolífero no Município de Mangaratiba (RJ), com a Utilização da Técnica de Avaliação do Terreno**. 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Salvador: Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP. 2005. p. 8.

RODRIGUES, M. **Anais da quarta conferência latino-americana sobre sistemas de informação geográfica/segundo simpósio brasileiro de geoprocessamento**. São Paulo: Epusp. 1993.

SANTOS, A. R. D.; MACHADO DE OLIVEIRA PELUZIO, ; SUEMI SAITO, N. **Spring 5.1.2 Passo a Passo**. 1. ed. Alegre/ES: CAUFES, v. 1, 2010. 155 p.

SECRETARIA DE ESTADO DE GESTÃO DO TERRITÓRIO E HABITAÇÃO. SEDHAB. **Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal - PDOT**, novembro 2009. Disponível em: <<http://www.sedhab.df.gov.br/preservacao-e-planejamento-urbano/pdot.html>>. Acesso em: 19 novembro 2015.

SILVA, J. X. D. O que é Geoprocessamento? **Revista do CREA-RJ**, Rio de Janeiro, p. 3, Outubro/Novembro 2009.

SOBREIRA, F. G. Cartografia geotécnica aplicada ao planejamento urbano. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, p. 79-97.

TENÓRIO, G. D. S.; GERMANO DOS SANTOS JUNIOR, R. **O Programa de Transporte Urbano de Brasília: discussão e especulações - uma abordagem ambiental**. 45º Congresso Internacional da ISOCARP. Porto/Portugal: [s.n.]. 2009. p. 9.

TERRACAP. **Estudo de Impacto Ambiental - EIA**. TC/BR – Tecnologia e Consultoria Brasileira S/A. Brasília, p. 259. 2005.

TERRACAP. **Plano de Gestão Ambiental de Implantação**. Companhia Imobiliária de Brasília. Brasília, p. 75. 2009.

TERRACAP. **RISTT – RELATÓRIO DE IMPACTO NOS SISTEMAS DE TRANSPORTE E TRÂNSITO**. Companhia Imobiliária de Brasília. Brasília, p. 31. 2012.

TERRACAP. **RISTT – RELATÓRIO DE IMPACTO NOS SISTEMAS DE TRANSPORTE E TRÂNSITO**. Companhia Imobiliária de Brasília. Brasília, p. 31. 2012.

VILLAÇA, F. **Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil**. São Paulo: EdUSP, 1999.

XAVIER, S.; PORTELLA, A.; BRESSANI, L. A. CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E PLANEJAMENTO URBANO. **15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental**, Outubro 2015.

ZIMBRES ARQUITETOS ASSOCIADOS. **MEMORIAL DESCRITIVO - SHCNW - Setor de Habitações Coletivas Noroeste**. Brasília, p. 65. 2007.

APÊNDICE A

Entrevista com funcionária da residência na quadra SQNW 309:

Data de realização da entrevista: 11/05/2016 às 11:00h.

Nome: Maria das Candeias Elidio do Nascimento (60 anos)

Endereço Residencial: Rua 75, casa 71, Bairro Centro, São Sebastião.

Endereço do Trabalho: SQNW 309.

Perguntas:

1) Há quanto tempo a senhora trabalha no Setor Noroeste?

No Noroeste, trabalho há 1 ano. Porém, trabalho com essa família há 24 anos.

2) À que horas a senhora sai de casa?

Saio às 05:45h, quando pego o ônibus da Pioneira que sai da rodoviária (de São Sebastião), atravessa o Bosque e atende os passageiros do Centro (de São Sebastião).

3) E a senhora chega ao trabalho que horas?

Chego às 07:40h, se não houver congestionamento.

4) A senhora sai do trabalho que horas?

Saio às 16:00h, quando a dona Gisela (dona da casa) me dá carona até a parada da W3 Norte, ao lado do hipermercado Extra. Aí eu pego o ônibus da Pioneira direto para São Sebastião.

5) Chega em casa que horas?

Chego às 17:00h.

6) Quais as linhas de ônibus que a senhora precisa tomar todos os dias na ida e na volta? Quanto tempo leva em cada trecho?

Ida: Pego o ônibus direto da Pioneira do centro de São Sebastião até a parada da W3 Norte (ao lado do hospital Santa Helena) depois vou caminhando por dentro da mata do parque Burle Marx por mais 30min. Para não atravessar a mata, a travessia demoraria 1h passando por fora.

Volta: Pego o ônibus direto da Pioneira na W3 Norte (ao lado do Supermercado Extra) até o centro de São Sebastião.

Demoro mais ou menos 1h em cada trecho, se não houver congestionamento.

Aos sábados, quando tive que vir, precisei ir à rodoviária, esperar o ônibus que vai à Água Mineral e parar na parada ao lado do Corpo de Bombeiros e depois segui andando até a quadra no noroeste.

7) Se perder o ônibus para o noroeste, quanto tem que esperar para conseguir outro?

Não pego o ônibus que entra no Noroeste. A frequência de ônibus na W3 Norte é de 20 em 20 minutos.

8) Já perdeu o último ônibus alguma vez? Como procedeu?

Nunca perdi o ônibus.

9) Trabalha em algum outro bairro? Se sim, quanto tempo para chegar nesse outro bairro? A oferta de horários é satisfatória?

Trabalho em São Sebastião como diarista e vou andando ao trabalho. No Noroeste, venho às segundas, quartas e sextas.

10) Quanto gasta com passagens por dia?

Gasto 4 reais na ida e 4 na volta, somando 8 reais por dia. Se tomasse o ônibus que sai da rodoviária para o noroeste seriam 4 reais para chegar na rodoviária mais 3 reais para o ônibus circular até o noroeste, somando 14 reais por dia.

APÊNDICE B

Carta Base em Folha A3.

APÊNDICE C

Carta de Declividades em Folha A3.

APÊNDICE D

Carta de Uso e Cobertura do Solo em Folha A3.

APÊNDICE E

Carta de Distâncias das Paradas de Ônibus Existentes em Folha A3.

APÊNDICE F

Carta de Distâncias das Paradas de Ônibus Planejadas em Folha A3.

APÊNDICE G

Carta de Distâncias da Via W7 em relação ao Setor Noroeste em Folha A3.

APÊNDICE H

Carta Imagem da composição colorida das bandas 6, 5 e 4 realçadas. Em folha A3.

ANEXO A

Arquivo CAD do Projeto Urbanístico do Setor Noroeste elaborado pela Zimbres Arquitetos Associados. Em folha tamanho A3.

Setorização de parte do Projeto Urbanístico disponibilizado pela AMONOR.

